國立武漢大學叢書

科學概論

王星拱著

UNIVERSITY OF B.C. LIBRARY
Q 159 W356 1930 C.2
Ko hsueh kai lun.
3 9424 03133 0688

THE LIBRARY

THE UNIVERSITY OF
BRITISH COLUMBIA

Gift
MORE SETO

U. B. C. LIBRARY
SETO COLLECTION

王星拱著

國立武漢大學叢書

科學概論

商務印書館發行

Digitized by the Internet Archive
in 2010 with funding from
University of British Columbia Library

http://www.archive.org/details/kexuegailun00wang

U. B. C. LIBRARY
SETO COLLECTION

序

羅素說：『最近一百五十年來科學才成爲支配一般人日常生活的重要因子。在這短期時間科學所引起的變化比從古埃及以來所發生的重要得多。一百五十年的科學比有科學以前五千年的文化還要有力量。』

這本來是『老生常談。』但是在「國醫、」「國術」沒有消滅的中國，還有重提的必要。我希望讀星期標本書的青年不要忘記中國之所以落後，完全是因爲沒有科學並且不相信科學的原故！

『科學概論』是武漢大學校長王星拱先生的名著，用不着我來介紹的。假如我大膽的加以批評，我覺得他所說的科學範圍還嫌狹隘一點。支配人生不外乎情感與知識。在知識界內科學方法萬能。凡不是用科學方法研究的結論都不是知識。胡適之先生常說：『哲學是假科學。』我們可以說，『科學是眞哲學。』這兩句話很可以做本書的補充。

丁文江

國立武漢大學叢書凡例

一本叢書具有下列兩種目的：（一）發表研究性質的著作，（二）供給大學程度的教科書。

二．本叢書分作文哲（第一類）理工（第二類）及法政經濟（第三類）之三類，兼容自作及譒譯之本。

三．本叢書之執筆者爲國立武漢大學各學院同人。

四．本叢書文體不拘於文言或白話。

科學概論

目次

聯續和無限……一
附時間與空間之相對觀……二九
物質……六三
能力……一〇七
生物進化與球面沿革……一四九
科學與哲學……二〇九
科學與美術……二三五
科學與倫理……二五九

科學概論

聯續和無限

羅素說：『顏諾 (Zeno) (希臘哲學家，生於紀元前五百年，相信宇宙是一元而靜的，不是多元而動的。) 專心研究的問題，乃是無限，至小，和聯續，的問題。自他一直到我們，每時代中最好的腦筋，都想用方法去解釋牠；然而大概說起來，並沒有什麼效果之可言。』我爲什麼要引這幾句話，來做開宗明義的楔子呢？因爲：這一類的問題，——有關於宇宙之理論的了解的問題——還沒有得到確定不移的解決，倘若有人在這主權未定的田園裏邊，加意種植，也許可以獲取良美的收穫。所以這幾句話，不應該引起我們的灰心，牠應該鼓勵我們的努力。

我現在先把幾個哲學家科學家所舉的關於聯續和無限的難題陳列出來，然後

再把幾個對於這個難題的解釋,依次敘述於下。

莊子天下篇:『飛鳥之影,未嘗動也。 一尺之棰,日取其半,萬世不絕。 鏃矢之疾,而有不行不止之時。 積無厚而至千里。』

墨子經說下:『久有窮無窮。 斮非半,進前取也。前則中無爲半,猶端也;前後取,則端中也。斮必半,無與非半,不可斮也。』

這是說一條線不可分爲兩半的道理。兩半之中間爲『無,』此『無』和點(卽端也)一樣,是無從分的,故曰前則中無爲半,猶端也。若兩半的中間,還有一點,而在此點之前或後分之,則此點仍在中間,未曾分過,故曰前後取,則端中也。中爲無,既不可分,中有點,則所分有不是各半,故曰無與非半,不可斮也。

畢達哥拉斯(Pythagoras)的無比量(incommensurable)之發見 畢達哥拉斯發明勾方加股方等於弦力的等式,然而他又發明無比量。這個無比量是由勾股相等的三角而發明的。(勾股相等的三角,就是平方面由兩對角分開的一半。)他的證

明如下：

試使弦與勾（或股亦可，因爲在此例中，勾與股是相等的。）之比例爲 $\frac{m}{n}$，但是 m 和 n 都是整數，而他倆又沒有公分數。因爲勾股是相等的，依勾方加股方等於弦方的等式算之，m^2 必等於 $2n^2$。然而奇數之平方亦爲奇數，偶數的平方亦爲偶數，m^2 既等於 $2n^2$，則無論 n^2 是奇數或爲偶數，$2n^2$ 必爲偶數，所以 m^2 亦必爲偶數。但是偶數的平方，皆可用四除之而得整數，今 n^2 既爲 m^2 之二分之一，則 n^2 必可用二除之而得整數。n^2 既可用二除之而得整數，則 n^2 必爲偶數。因爲偶數之平方根亦爲偶數，則 n 亦必爲偶數。但是 m 既是偶數，而 m 和 n 又沒有公分數，則 n 必爲奇數。是 n 同時必爲奇數而又爲偶數，乃是不可能的。所以弦和勾（或股）之間沒有理解的比例，換言之，牠倆是無比量。

顏諾（Zeno）的辯論　如物是多數的，則物之數必能爲此多數所表出，不多不少，如物是多數如其數之多，則物是有限的。　如物是多數的，則此多數物之間，仍有多數他物，此多數他物之間，仍有多數他他物，以至無限，所以物是無限的。　如物是多數

的，則物必可分，若分到不可再分的時候，必定無體積，無體積卽爲無限小，但是物是由無限小集合而成，故物爲無限小。　如物是多數的，則物必可分，凡被分二部分之間，必有第三部分，此第三部分必須有體積，此第三部分與原有二部分之間，又必有第四第五……部分，此第四第五……部分又必有體積，以至無限，但是物乃是由無限有體積的部分集合而成，故物是無限大。顏諾以爲：如果物是多數的，則必爲有限的，而又爲無限的，既爲無限小，又爲無限大；這是衝突的，是不可能的；所以他主張一元論。

以上是顏諾證明宇宙一元的說法，他又主張宇宙是不動的。他如何證明這一層呢？他所用的方法頗多，（共有四個）現在姑且選擇兩個有趣味的陳述於下：

亞基兒（Achille）（希臘力士）追烏龜，永遠追不上。何以故？亞基兒要追烏龜，必定要先跑到烏龜起程的地方。當這個時候，烏龜已經走過若干空間之點，亞基兒又要補償這一段烏龜超過的路徑。但是亞基兒在補償這一段路徑的時候，烏龜又向前超過若干空間之點，如此以至無限。所以亞基兒祇能漸漸底逼近烏龜，但是永遠不能追

上烏龜。飛矢不動。何以故？當一物佔據與牠相等空間的時候，此物不動。現在，我們再看動的東西在一定最短的時間——所謂一瞬（instant）——也是佔據與牠相等的空間，所以飛矢是不動的。

伽利略（Galileo）之辯論　伽利略所假設的辯論的問題，乃是無限之問題。辯論中的人物是（甲）Salviati，（乙）Sagreclo，（丙）Simplicious，我們且節引他的辯論如下：

（丙）我知道平方乃是一個數自乘所得的數。

（甲）你必定也知道：『自乘而得平方』的數，就叫做根。（平方根之簡名詞。）凡由根自乘而得的數，就叫做平方。（例如一、四、九、十六、二十五、）還有數不是由根自乘而得來的，我現在把牠們叫做非平方。（例如二、三、五、六、八、十、十一、十二、）如果我說非平方多於平方，對不對呢？

（丙）那是一定的！

（甲）如果我問你：世上有幾多平方，你一定答道，所有平方之多，如其根之多，因爲一個根祇有一個平方，一個平方祇有一個根。

（丙）對呀！對呀！

（甲）如果我又問你：世上有幾多數，你不能不承認所有數之多，如所有根之多，因爲無論何數，都可以自乘而得一個平方，那就是說，無論何數，都是一個平方之根。那麼，我們又可以說：所有數之多，如所有平方之多，因爲所有平方之多，如其根之多，所有根之多，如所有數之多。但是起首我們已經說過，有許多數不是平方，（例如二、三、五、六、七、八、十、十一、十二）而且非平方多於平方，自一至一百，其中有數一百，但是祇有十個平方；（一、四、九、十六、二十五、三十六、四十九、六十四、八十一、一百）自一至一萬，其中有數一萬，但是祇有一百個平方；自一至一兆，其中有數一兆，但是祇有一千個平方；若往上數去，數愈多，平方愈少。然而數到無限，我們又可以說所有平方之多，如所有數之多。

（丙）這應該如何解釋呢？

（乙）　我們祇能說，所有平方是無限的，所有根是無限的，所有數是無限的。凡無限之數，不能用較少，較多，相等，來計算牠。較多，較少，相等之計算，僅能用於有限的數。

康德的反辯：

（一）正　世界有時間的始端，有空間的範圍。

　　反　世界的時間空間，都是無限的。

（二）正　複雜的物，都是由於簡單的部分所構成。

　　反　複雜的物，不是由於簡單的部分所構成。

康德以爲在以上所舉二項之中，兩個衝突的命辭，都可以證明是真實的。他的意思，是：

（一）世界如果有時間的始端，這個始端之前是什麼？既不能說出這個『什麼』，所以世界的時間是無限的。然而試假定世界沒有時間的始端，那就是說，無論在何時看起來，都有個永久已經過去，——都有無限的接續的程次已經過去。但是這個

接續的程次，是不能用接續的綜合（successive synthesis）而完備的。用普通術語來講，是不能計算得盡的。所以無限的過去，是不可能的。所以世界的時間，是有限的。（空間照此類推。）

（二）無論何物，都可以分析成簡單的部分，卽至器官不能分析的時候，心思還可以分析牠。所以複雜的物，是由簡單的部分所構成的。然而凡是外界的關係，都祇能發生於空間之中，所以物之組織，也祇能發生於空間之中。既然如此，則此複雜物所佔據的空間，亦必爲簡單的部分所構成。但是空間不是爲簡單的部分所構成，乃是爲空間所構成的。所以複雜的物，也不是爲簡單的部分所構成。

這些問題中之困難點，在什麼地方呢？就是時間，空間，物質，還是可分的呢？還是不可分的呢？若是可分的，如物理學中把時間分成瞬（instant），把空間分成點（point），把物質分成塵（particle），則瞬，點，塵，如何能夠集合起來而成聯續的時間空間物質呢？若是不可分的，何以我們的感觸可以分牠？我們的智慧可以分牠？難道我們感觸的

世界，和邏輯的世界，都是虛妄的嗎？對於這個問題，我們有三個解釋：（一）否認時間空間之客觀的存在；（二）以時間爲聯續而不可分的；（三）以時間空間爲聯續而又可分的。第一層可以叫做哲學的解釋，第二層可以叫做心理學的解釋，第三層可以叫做算學的解釋。從派別說起來，第一層可以說是歷史派的解釋，第二層可以說是進化論派的解釋，第三層可以說是邏輯論派的解釋。

（一）否認時間空間之客觀的存在

康德對於時間空間的解釋，是如此的。他以爲空間乃是無限的現成的分量（infinite given quantity）。凡一物之概念，在思想中，乃是此物之表像（representation），此表像乃是儲在無限的其他的可能的表像之中，而又概括其他表像。（例如人之表像爲要死的性質，然而同時又有其他可能的他表像如兩足的性質，能言的性質，能製造東西的性質……不過我們舉一以概其他，把要死的性質做人的表像。）但是沒有同時包含許多表像的概念，可以爲我們所思想。然而空間之概念，是可以如此爲我們

所思想的。因爲空間所有各部分，可以無限的同時存在於思想之中。(幾何學中所講的空間之性質，如點之性質，平面的性質，等等乃是由物質之權量推演下來的，並非空間本身之性質。)所以空間之概念，和其他概念之由感觸得來的不同，牠乃是先天的直覺。這個先天的直覺，必定在無論感觸何物之前，已經存在於我們的裏面，然後綜合的而又先天的科學——幾何學——的知識，纔是可能的。所以空間的直覺之坐位，是在主觀裏面，爲『主觀如何爲客觀所感動』之形式的條件，——爲外界感觸之普遍的形式。至於時間，也是先天的直覺，因爲必定先有這個直覺在我們的裏面，然後變之觀念，動的觀念，(空間之變之觀念，)纔能成立。如果沒有這個先天的直覺，就沒有概念使我們懂得變之可能。例如一物衝突的表德，若是我們沒有時間的直覺，如何能夠懂得呢？(例如一個人，現在是少壯，將來是非少壯，若沒有時間的先後，這少壯與非少壯兩個衝突的表德，如何能夠存在於同一的人之身上呢？)所以我們的時間的直覺，表現出來許多先天的綜合的認識之可能。此種認識，卽是動之原理中所必有的總而

言之，時間與空間，都是智慧的形式（intellectual form）。我們所有的感觸，都要收納到這些形式之中，然後纔有認識之可言，這樣看來，時間空間，都沒有客觀的存在，那就不發生聯續和無限的問題了。

康德又說，命辭之反對有兩種：一是辯論的反對（dialectical opposition），一是分析的反對（analytical opposition）。倘若我說：『一件東西不是有好氣味，就是有壞氣味，』這是辯論的反對。這兩個反對的命辭，都可以是錯誤的。因爲：有些東西，是沒有氣味的，也說不上好，也說不上壞；在這個地方，我們對於這兩個命辭，不能持不此則彼的意見，因爲除彼和此二項而外，還有第三舉例，——沒有氣味的東西（例如玻璃）可以存在。倘若我說：『一件東西，不是有好氣味，就是沒有好氣味，』這是分析的反對；於是那些沒有氣味的東西，都可以歸入沒有好氣味的範圍之內。我們在這個地方，祇要否認好氣味一個條件，我們並不要同時肯定壞氣味一個條件；因爲對於這些東西，氣味本來就不成爲牠們的條件，還有什麼好壞之可言？以前所舉的反辭的例子，都是辯

論的反對，不是分析的反對，所以反正兩面都可以是錯誤的。自顏諾以下的人，都以爲宇宙（包含以太在內）不是佔據無限的空間，就是佔據有限的空間。倘若我們抱持不此則彼的標則，當不信第一個命辭而信第二個命辭的時候，我們不但否認『佔據無限空間』的一個條件，同時我們把空間當作客觀存在的東西，而肯定了『佔據有限空間』一個條件，所以陷入困難。但是，倘若我們說：『宇宙不是佔據無限的空間，』就是『非佔據無限的空間，』（這個『非佔據無限的空間，』和『佔據有限的空間』不同。）這兩個命辭，是分析的反對。在分析的反對之中，我們可以抱持不此則彼的意見，而不至陷入於困難。因爲當我們不信第一個命辭而相信第二個命辭的時候，我們祇要否認了『佔據無限空間』一個條件，同時我們並不要把空間當作客觀存在的東西，而肯定『佔據有限空間』一個條件；於是我們可以說宇宙是『非佔據無限的空間』而不致犯錯誤的罪名，就同我們說：『玻璃是沒有好氣味的』不能算做錯誤是一樣的。其實空間是主觀的直覺，不是客觀存在的東西，客觀界裏本沒有這個東西，還

有什麽無限有限之可言呢?不但空間如此,時間也可以倣此類推;不但空間時間都是如此,凡依據空間時間之直覺而認識的現像,也是不能有客觀的存在的。總而言之,宇宙是不能離我們而獨立的。

(二)以時間爲聯續而不可分的

柏格森的創化論上,是如此說法。他以爲世界上有兩種動,一是生命之動,一是物質之動。生命之動是時間的,物質之動是空間的。生命之動是創造能力的,(植物以葉綠質創造能力,動物以神經創造能力)物質之動是消耗能力的。生命之動是自下向上的,物質之動是自上向下的。宇宙之本體,聯續不斷,去而不返,推陳出新,無始無終。無以名之,强名之曰時間,或名之曰流動(flux)。當時間往前進行的時候,有扣留(detention)及鬆散(relaxation)的處所,換言之,卽着物的處所。這種扣留或鬆散的動作,以空間的直覺爲目的,但是牠同時在心的方面,生出演繹和歸納的智慧;在物的方面,生出秩序的定律。這話怎樣講呢?試爲敍述如下:

演繹法在無機的範圍裏，甚爲適宜。雖其初必有定律爲前提，然而這個定律或者是可以偶然得到的。一旦得到這個定律，就可以隨時用牠。但是在心的方面，這樣的推論，祇能有枝辭的 (metaphorically) 真實之價值，使我們得一個結論而已。推論和事實，與曲線和切線一般，永相近而欲離。演繹乃是一種製造法，爲物質之性質所管理，爲物質之活動的連接所陶鑄，爲物質背後的空間所規訂。所以心之推論，祇要轉到空間，或空間化的時間，往下一停頓就得了。歸納也是如此。歸納是根據於兩個原理：(一)有因有果；(二)同因必生同果。依(一)則實在(卽本體)可分爲片段——因和果，依(二)則在前的與在後的可以相同，時間是無關緊要的。這兩點都是研究空間之性質的幾何學所注重的。在幾何學中，面可分爲線，線可分爲點，就是和(一)是一樣的。幾何學中等邊必等角，等角必等邊，知其一必知其二，拿兩個同樣的平面模型，可以完全互相遮蓋，就是和(二)是一樣的。在歸納法之中，以宇宙之間之一個組體爲自因自果，凡距離甚遠的，都不計算，就是(一)。天然齊一之定律就是(二)。例如用壺裝水，燒若干時間，卽

將沸騰，當我們歸納的時候，我們實在是把今日的壺，水，爐，燒的時間，和沸騰，各種分子，和昨天的壺，水，爐，燒的時間，和沸騰，各種分子，互相遮蓋，就同拿兩個同樣的三角互相遮蓋一般。所以演繹歸納，都是演繹空間的動產生出來的。這個動，在心的方面，既生出智慧；在物的方面，又生出物質的原質之複雜，和聯屬這些原質之算學的秩序。因爲智慧和物質，都是同一的扣留與鬆散的動所產生出來的，所以智慧可以自認於物質之複雜和秩序之中而恰與物質之複雜和秩序相諧和，而羨慕物質在複雜中的秩序。我們可以說：心（智慧）在物中尋出心來。物質既然也是引到空間的動所生出的，所以從自由移到必定。所以牠的動作，可以用算學的形式去管理牠。然而物質的動作，和算學的形式，總祇能相符到一定的地位，這是因爲物質不是純粹的空間。如果物質是純粹的空間，則物質的動作，和算學的形式，可以完全相符了。

他說：從前祇有空間的哲學，沒有時間的哲學。從前的哲學，都是受過歐幾里得幾何學的薰陶的，祇知道把宇宙當死的靜的看待，終日孜孜於剖析的智慧和複雜關係

之中，以爲宇宙之大觀，盡於此矣。而不知宇宙之本體，卻完全不是這樣的一回事；牠是活的，動的，聯續不斷而不可分析的。試就文人作文作一個比喻而言，當他未曾下筆的時候，他的文思本是含蘊欲宣，渾然一氣的。到了汩汩而來發爲文的時候，纔把這個文思析成形式的理想，從這些理想再尋出字句來表明牠。離其原來的文思愈遠，則可選擇的分子愈多，例如我們可以用不同的字句，來表明同一的意見。我們讀一首詩，或一篇文，若是徒然羨慕字句之配合適宜，決不是善於讀詩文的。我們要從字句之間，深入於作者原來的感想，復活作者的文思。我們觀察宇宙，若是徒然羨慕宇宙之算學的秩序，也不是哲學家，我們必須深入於宇宙之本體——生命——流動——時間的裏面，視於無形，聽於無聲，方能算得除錮蔽而探奧，致廣大而盡精微。這樣看來，時間乃是流通不息的聯續，空間是時間之扣留鬆散的處所所生出的；智慧和物質，乃是引到空間的扣留或鬆散的旁產物。時間不可分析；空間雖可分析，然而非宇宙的本體。至於物質的分析，那更是落於下乘的色相了。

拿這個觀念來應用到飛矢不動的難題，可以得一個易於領會的解釋。我先將飛矢不動的原理敍述於下：飛矢在一定有限的時間之中，越過一定有限的空間。若把這個時間分成瞬，把這個空間分成點，把飛矢的本身分成塵，則此飛矢中之一塵，在一定的瞬之時，必停止在一定的點，那就是說：此一塵在此瞬之時，在此一點，是不動的。空間既由點集合而成，則飛矢之動，乃是由於這些『不動』集合而成，所以飛矢是不動的。不寧惟是，若是把時間分成瞬，把空間分成點，則無論動得快的，或動得慢的東西，分析到最後的一層，都祇能一瞬經過一點，二瞬經過二點，三瞬經過三點，以上如此類推。倘若一瞬可以經過數點，則此瞬可分為更小的部分，不成其為瞬了；倘若須數瞬方能經過一點，則此點又可分為更小的部分，也不成其為點了。所以各種物質之動，無速率大小之可言。復次，不動之間必有動，纔能集合成動。在一定的瞬之時，有一塵在一定的點，是不動的，然而在二瞬之間——『無瞬』——牠又是從此點經過無點，而至其鄰近之一點，這也是難於了解的事情。所以莊子說：鏃矢之疾，而有不行不止之時。然則這些

難題，究竟應當如何解釋呢？依柏格森說：以前的人把動和動所經歷的途徑混爲一談，當作同一的東西，所以發生這些困難，這是一個根本的錯誤。我們須知道，動所經歷的途徑，是可分的，動的本身是不可分的。今有一矢，自A點飛至B點，當其初發的時候，弓的彈力已經造成一個自A至B單獨不可分析的動。若在自A至B的途徑之間，指定C點，而說在C點矢曾不動，則此動是自A至C和自C至B兩個動相加之共總，不是一個單獨的動了。從價值一方面講起來，以自A至B之動和自A至C與自C至B相加之動兩相比較，可以是一樣；例如一個人要自後門走到前門，不管他一氣呵成底走到，或是在中途休息一次，然後再走到，都沒有區別，總之，只要他走到目的地就得了。然而從實質一方面講起來，牠倆確乎是大大的不同，這種不同，在美術裏，尤其是在中國的美術裏，有時還可以看得出；例如寫字，一橫一豎，都須一筆成功，若是用兩筆湊合起來，決不能和一筆成功的有一樣的意味。

拿動和動所經歷的途徑混成一事，是因爲我們在動之外觀察的緣故。若是我們

在動之內觀察，就不能把動當作可分的了。前之觀察，是智慧的，後之觀察，是直覺之觀察，不是不可能的，試拿我們一舉手一移足爲例，就可以看得出。凡一舉手一移足，都是一個單獨不可分的動。

(三)以時間空間爲聯續的而又可分的

這是算學的哲學家所主張的，茲就羅素的用於哲學中之科學方法及其神祕與邏輯所敘述者而言，從前的人，不懂得無限和聯續之性質，所以發生許多困難。現在我們從算學中可以了解這些性質，我們就有解決這些困難的方法。茲將根據於算學的聯續和無限之觀念敍述於下：

(甲)算學的聯續，乃是級序(series)或秩序的性質。凡多數項(terms)排列成一定的級序之時，卽有聯續的性質；例如自一至十至百至千……，一條線中自左至右之點，一時間中自前至後之瞬，都是級系。如此排列的級系，必有一定的秩序。聯續的性質，非屬於這些項之本身，乃是屬於這些項的一定的排列的秩序；換一句

話說:聯續的性質,不是屬於這些項之原質,乃是屬於這些項之關係。

(乙)算學的聯續,乃是有緊密性 (compactness) 的。 算學聯續,雖是一級系中項之秩序之性質,然而此級系中之項,又不是有鄰次性 (consecutiveness) 的——不是兩相接近的。這是說:凡兩相接近的項之間,又有更相接近的項在;例如 $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{51}{100}$, 已經是很接近的了,然而二者之間,又有 $\frac{101}{200}$ 和 $\frac{1}{2}$ 更相接近, $\frac{1}{2}$ 和 $\frac{101}{200}$ 固然是更相接近了,然而二者之間,又有 $\frac{201}{400}$ 和 $\frac{1}{2}$ 更相接近;這叫做緊密性。算學的時間空間,是有這個性質的。實在的時間空間,有這個性質沒有,祇能依經驗的證據去訪求,或者不能得一定的結果,然而必定是和算學的時間空間可以比較的。

(丙)無限是類的性質　凡數中之分子,雖不能一一數出來,然而是可以爲此類之概念同時陳列出來的 (all given to once)。 例如人乃是一個類的名稱,我們雖不能把張,王,趙,李,一個一個的數出來,然而我們可以用人的界說的概念,把古今中外所有的人,同時陳列出來,一塊兒計算他。無限也是如此。我們固然不能把無限

的分子一個一個底數出來，但是牠也可以爲無限之界說之概念同時陳列出來。（說見丁節）

（丁）無限也是數　此節所言，與上節本是相聯接的。從前的人以爲，凡數皆是可數的，無限既不可數，就不是數。這種見解，是由於計數的習慣所生的偏見而來。現在我們研究起來，無限也是數，就同一，二，三，四，一般，相等，較大，較小，都可以用到無限上去。羅素有一個有趣的比喻說：有一個人遇着一個牛販子帶了許多牛在那裏販賣，他以爲凡牛都是爲牛販子所販賣的。他日他在牧場上看見許多牛在那裏吃草，鬥角，他不敢承認這些牛是牛，因爲沒有牛販子在那裏販賣牠們。這和從前的人因爲無限是不可數的，便不敢承認無限是數，是一樣的錯誤，殊不知以可數爲數之特性，不過是心理的習慣，並不是邏輯的需要。可數不過是有些數（有限的數）偶具的性質，並不是所有數必需的性質。數之必需的性質，爲其有類的性質。有限無限都是數；凡數都有類的性質。康特耳（Cantor）之數之界說曰：凡一級系中之項數，乃是

與此類相同的類之類。此種界說，可以用之於有限數，也可以用之於無限數，也可以用之於零數。例如這裏有五個人，這個『五』乃是一個類，凡一級系中之項，具有此『五』之性質者，或為五張棹子，或為五枝粉筆，或為五個任何他物，都屬於『五』類。無限也是一個類，凡一級系中之項，具有無限之性質者，或為無限瞬，或為無限點，……都屬於無限類。凡類都是邏輯的形式，不是感觸的實質，這個邏輯的形式，是另外一個世界，和主觀的情緒不同，和客觀的山川草木也不同。所以夫烈施（Frege）說：數不是空間的，物理的，也不是主觀的，但是客觀的而又不可感觸的。總之，如此說法，無限和有限並沒有區別，所以都是數。以無限當作數，並不是邏輯的衝突，不過和心理的習慣相衝突而已。

（戊）無限之外可以有有限　從前的人，以為無限之外不能有有限，現在我們知道無限之外有有限，並不是衝突的。無限的世界之外，可以有其他有限的世界。（參觀下段軟轉性。）

以上所說的，是無限與有限相同的地方，但是無限數也有兩件性質，與有限數不同：(A)無限數有軟轉性(reflexiveness)，(B)無限數有非歸納性(noninductiveness)，即是無歸納性。

(A)軟轉性　依微分之原理而言，函數之限，當一個變量逼近於一定的點的時候，不必與此變量實在抵到此點時的價値相同。這個原理，是算學家所熟悉的。例如氣體的體積和絕對溫度成正比例，然而此項比例，祇能在絕對零度以上，方能有效；若是到了絕對零度，則二者並無比例之可言。倘若原來的比例仍爲有效，則體積亦須爲零，這是物理上不可能的事情。伽利略的辯答，可以用此原理解釋，所有有限的平方之數，實在是和所有有限的數之數相等。但是我們計算的數，若在一定的有限的數之範圍以內，此一定的有限的數漸加大，則此範圍以內的平方之數，和此一定的有限的數之間之比例漸趨於零。這兩件事實，並不是衝突的，因爲無限有軟轉性；有軟轉性者，加一而不增，無論什麼有限的數，加到無限上去，而無限不變。但是較

大較小之概念，又可應用於無限的團集 (infinite collection)。無限的這個性質，乃是康特耳所發明的。伽利略之辯問裏面某丙之所不能領會的，是因為他以為——多數的別人都以為——如果較大較小之概念可應用於無限，則無限團集之中之一部分，必較此無限之團集之共總，含儲較少的項。我們只要否認這個結論，所有的貌似的衝突都消滅了。康特耳所發明的無限之此種性質，初看起來，似乎奇怪，然而這個奇怪的程度，並不超越於『人在地球之對極而皆不墜』之事實之上，非但不奇怪，而且是很平常的事情。

(B)非歸納性　算學的歸納性，就是遺傳性，父親姓趙，兒子也姓趙；父親姓錢，兒子也姓錢，這就是父姓遺傳於子。凡有限的數，都有這個遺傳性。今有一數於此，——試言九十，凡大於九十的有限數，——試言一百二十，都有九十的遺傳性。因為九十加一而得九十一，九十一加一而得九十二，如此遞增三十次，就得一百二十。凡九十的性質，在一百二十裏邊，都還存在；但是小於九十的數，不必有九十所有的性質。

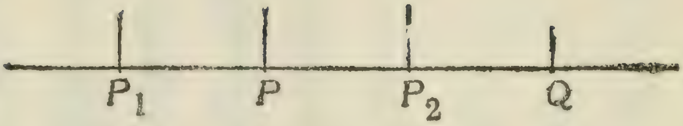
從九十退後漸減，必抵於零，就同各族溯祖，必抵於受姓之始一般。這樣的加一個而得比自己較多一個的數之層次，叫做算學的歸納。自零以及所有的有限數，都有可以如此歸納的性質。至於無限數，卻不然，無限數沒有切近的生身父，因爲沒有一個最大的有限數。所以逐步增加之方法，不能應用於無限之計算，所以無限的數，也就不能一個一個的數出來。

物理學中之塵，瞬，點，本是從感觸張本，用邏輯構造起來的。如此構造起來的塵，瞬，點，都有算學的性質——是有緊密性的聯續。惟其有緊密性，所以是無限。算學的時間，是瞬之無限的齏集，算學的空間，是點之無限的齏集。若是有人設想兩瞬兩點之間必有空隙，那就是沒有緊密性了，那就不是無限的齏集。如此設想，就要入於錯誤的一途。物質中之塵，也是與瞬，點相同，也是用邏輯構造起來的存體，並不是物理化學中實在討論的原子分子或電子。

用這些觀念去解釋動之問題，和以前所講的大不相同。試就飛矢而言，飛矢前行，

在有限的時間之內，經過有限的空間，那就是說：在無限的瞬之纍集之內，經過無限的點之纍集。然而普通心理習慣總以爲：試就飛矢中之一塵而言，在此瞬之時，牠在此點，在次瞬之時，牠在次點，當此一塵正在一點之時，是不動的，於是飛矢之全體是不動的。但是一經如此設想，便錯誤了。在聯續的時間空間之中，無次瞬次點之可言。因爲其中沒有兩相鄰次兩相接近的瞬或點，這就是緊密性。我們雖可說，矢中之一塵，在一定的瞬之時，佔據在一定的點，也可以說此矢在一定的瞬之時，佔據在一定的空間；然而我們不能說，矢中之一塵，在一定的瞬之時，停止——不動——在一定的空間。因爲此一定的瞬，沒有有限的時間之經歷；且此瞬無始無終，二瞬之間，並沒有空隙可容我們設想。所謂停止，所謂不動者，乃是在一個有限的時間之中，——無論此時間如何的短，祇要不是短到一瞬的地位，——即是經過此時間中所有的瞬之時，此物中之一塵，佔據同一的點，此物之全體，佔據同一的空間；並不是在一定的瞬之時，此物中之一塵，佔據同一的點，此物之全體，佔據同一的空間。所以我們祇能說：在一定的瞬之時，飛矢佔據

在一定的地方；我們不能說：在一定的瞬之時，飛矢停止在一定的地方。所以飛矢不動一句話，是根本不能成立的。



拿算學的言詞來講，一物在動的時候，此物所佔據的空間，乃是時間的聯續的函數。我們再就一個舉例來說明這個意義。設有一塵在t瞬之時，舉行聯續的動，而恰在t瞬之時，此塵在P。今試取其動的途徑之一小段P_1P_2而言，P_1P_2包含P在內，如圖所示。如此塵在t瞬之動是聯續的，我們必定可以找得出一個早於t的t_1，一個遲於t的t_2，而在t_1t_2之間，無論P_1P_2是如何底小，這個命辭還是對的。如此，則我們須說在t瞬之時，此塵之動是聯續的。如果此塵之動，在所有的時間之中，都有如此的性質——都是聯續的，則我們須說：此塵之動，是共總聯續的。如果此塵之動不是聯續的而是跳躍的，如自P驟爾跳躍而至Q，則我們的聯續之界說，在P_1P_2不能包含Q的時候，就不能應用了。所以以上所敘的聯續的界說可以供給動之聯

續之分析，使我們可以同時承認無限小的瞬和點，而又否認瞬與瞬和點與點之間之至小的距離。

以上各種說法，各有各的根據，各有各的勢力。我們究竟如何擇其善者而從之，恐怕要依個人的興味和歷史的教導而規定了。

附時間與空間之相對觀

自愛因斯坦（Einstien）普通相對論出世之後，物理學中之基礎觀念，都經受了極大的變遷，於是學術界中放出一陣奇異的光彩。然而由我們一班的人看來，卻同放花筒一樣，祇見牠的光怪陸離的芒燄，而不知牠裏面的構造是怎樣，成分是什麼東西。有些物理學家（包含愛因斯坦自己）卻也引以為憾，於是用通俗的或比較專門色彩減少的名詞術語，將相對論的道理陳列出來，把科學園裏的甜葡萄，也送給園外人嘗嘗滋味。這一篇敍述，就是從愛因斯坦的相對之理論——一本通俗的小書，和此種敍述之散見於其他書籍中者，節錄下來的。因為牠與聯續和無限，有深切的關係，所以附屬於此。

現在我把這篇敍述分作三段來講：（一）引導的說明；（二）歷史的發達；（三）結論的推廣。

(一)引導的說明

在這種說明裏邊，我們或者用常見的事情引入相對之原理，或者用相對的眼光，觀察常見的事情往往都可以得與常識不同的見解，——並且往往是極有趣味的故事。

(A)我們在日用的詞語裏邊，常時用『這裏』或『那裏』等代名詞。依相對論講來，這些代名詞，若是真正代表空間中一個絕對的地方，都無意義之可言。例如我指着這個講臺說，我今天在『這裏』講書，我明天再到『這裏』來講書。我覺得這句話是很明白的，大家也以爲這句話是無疑問的。其實這句話不過是一個便利的虛誑。這個『這裏，』——講臺——在空間中並沒有絕對固定的所在；因爲地球是旋轉不息的，今天下午一點鐘，這個講臺是在空間中一個一定的地方，到了明天下午一點鐘，牠在空間中，也不知道轉到什麼地方去了。所以我所說的『這裏，』不過是就地球上一件東西做相對的標準而言。於是剛纔所引的兩句話，可以翻譯爲：

我今天在距離景山亭子一百八十丈的一個講臺上講書，到了明天，我還到距離景山亭子一百八十丈的講臺上來講書。但是倘若我如此說，大家一定說我是有神經病，不然就要說我是哲學家。我因爲不願意領受這些好頭銜，也祇好不如此說了。（『那裏』之解釋依此類推。）

（B）我們用度量方法所得的空間之長短，也不過是相對的，並不是絕對的。例如我今天拿一個很準確的尺，量得這張棹子是四尺長，二尺寬，三尺高。我覺得很對，大家都覺得很對。倘若今天夜裏，我們正當濃睡的時候，忽然來了一種神力，把宇宙間所有物件的體積都加大了，——試說加大一倍：這張棹子之長變成八尺了，寬變成四尺了，高變成六尺了，他如房屋，器具，樹木，城池，都加大了一倍，我們五尺長的人，也變成了一丈長的人，就是我們所用以量長短的尺，也變成二尺長的分量。然而到了明天清早，我們起來的時候，絲毫不覺得這張棹子的長寬高曾經加大了一倍，我們還以爲這張棹子是四尺長，二尺寬，三尺高。因爲所有的物件之長，連我們用作標

準物的尺，並且連我們所用以觀察外界的眼珠，都加大到同等的地步，我們就沒有絕對不變的標準去辨別這個變遷了。所以度量所得的結果，都不過是所量物與標準物分量之比例。倘若有人駁我：『你所說的假設，完全是無稽之談，宇宙間斷沒有這樣的一回事；』我卻要反駁他：『你有什麼方法可以證明宇宙間一定沒有這樣的一回事；』換言之，還是原來的話——倘若宇宙間有這樣的一回事，你有什麼方法可以覺察出來。

（C）我們平常對於時間，似乎把牠當做確定的客觀的東西，所謂紀元前若干年，民國若干年，等等，似乎都是在這一條時間的繩子上，結了若干紐子。卽至比常識深入一層的科學裏面，也以爲時間像一條河，宇宙間的各種事情（卽現象）就同河裏的魚一般（舊力學中的觀念。）其實時間的本身，並不存在。宇宙間祇有事情，沒有時間。我在這裏講書，是一件事情；太陽在那裏發光，也是一件事情。離了事情，就沒有時間。至於時間的先後，自然也是就宇宙間發見的事情相對而言。所謂紀元前五

百年者，乃是打那個時候算起，地球繞過太陽五百個圈子，耶穌纔出世。所謂民國十五年者，乃是自辛亥革命的時候算起，地球又曾經繞過十五個圈子了。耶穌降世，辛亥革命，地球繞太陽而作公轉，都是事情。除了這些事情，我們決找不出一個絕對的時間，絕對的日甲，絕對的年月日；這也可以看得出時間之相對的性質。

今有一件事情，經歷若干時間；例如我們在這個教室裏講一點鐘的書。我把這件事情的起端，例如敲鐘上課，叫做一件事情A；又把這件事情的終了，例如搖鈴下課，叫做一件事情B。從我們的眼睛裏看起來，A與B兩件事情之間，是有一點鐘的時間隔開的。但是倘若有一個人在太陽裏觀察我們，他卻可以說這A和B兩件事情之間，是有若干空間隔開的；因爲地球自轉，自西徂東，就我們所在的地方而言，在一點鐘以內，已經走過十五度的距離了。所以兩件事情之關係，或爲時間的，或爲空間的，可以因我們所擇取的標程而不同。前之標程爲地球，後之標程爲太陽，這也可以表現時間與空間相對之性質。

(D)設若有一個人，在跑得很快的火車上，拋下一個石頭，他從窗子裏望着，這石頭自上落下的途徑，是一條曲線。但是倘若有一個人在鐵路旁邊看着，這石頭所經歷的途徑，卻是一條直線。所以空間中一條線之曲或直，也是因我們所擇取的標程而定的。前之標程是火車，後之標程是鐵路。然而有人可以說：此項判斷須以鐵路的標程爲準，因爲火車是動的，鐵路是不動的。對於這個斤察的詢問，我們祇要轉問一聲：鐵路是在地球上邊，地球是動的呢？還是不動的呢？

(E)設有一個扁魚，例如比目魚，扁到薄如一張紙的程度，放在兩塊玻璃板之間，這兩塊板中間，有水流通貫注，牠就在這個上蹋下踏的宇宙間生活着。牠的行動，祇有前後左右之漂游，而無上下之升降，牠祇能『光被四表，』而不能『格於上下。』於是牠以爲宇宙是二積次的，(two dimensional)(線是一積次的，面積是二積次的，體積是三積次的。)是有長有寬而無高的，是有前後有左右而無上下的。倘若有人告訴牠：實在的宇宙是三積次的，有長，有寬，還有高，牠必定抵死不承認。倘若再有

人忽然把上面一塊玻璃板提高，中間仍然有流通貫注的水，牠必定倉皇失措，不知道怎樣行動，不知道怎樣思想（假定牠也能夠思想）總括一句話，不知道怎樣底生活着。此無他，不過是這個三積次的宇宙，和牠的生理與心理的習慣不相符合罷了。依相對論講起來，我們的宇宙是四積次的，有長，有寬，有高，有時間；換一句話說，宇宙的長，寬，高，是隨時間而不同的（參觀B段。）我們驟然聽到這種說法，也就茫然莫知其所爲，和那個二積次的宇宙裏的扁魚，到了三積次的宇宙裏一般，也是因爲這些宇宙觀，和我們思想的習慣不相符合故耳。其實我們三積次的宇宙觀，不過是大致底可以滿足我們生活的要求，並不一定是不可動移的真實。我們照這樣的宇宙觀去走路，不至於繞灣子走不到；我們照這樣的宇宙觀去測度一件事情發生的時候與所在，不至於茫無頭緒底測度不出來。所以我們的思想，都是向這一條途徑上往前進行，就成了一個牢不可破的種族的習慣。現在四積次的宇宙觀，自然是和這個習慣扞格不相入的；然而，倘若我們因爲這個緣故而不承認相對論，我們不必

在這裏笑這一隻扁魚,恐怕愛因斯坦先生要在那裏同樣的笑我們了。

(F)依勞倫茲氏變換公式 (Lorentz's formula of transformation) (見B段) 而言,時間之短長——卽快慢,也依我們所擇取的標程而不同。如果所擇取的標程走得快,則此標程之上鐘表所記載的時候較長。這樣看來,火車上的時間,較長於地面上的時間。然而這個公式,祇能在火車的速率小於光的速率的時候,是有效的。倘若在火車的速率等於光的速率或大於光的速率的時候,還照這個公式去推求,就要得很奇怪的結論。這個結論叫做夫拉摩里的幻言 (Flamerian fiction)。設有一個人坐着一輛火車,從地球上朝天空裏走,倘若火車的速率和光的速率相等,則地球上的各種事情,從他看起來,都是同時發見,那眞是『齊彭殤爲妄作,天地曾不能以一瞬。』倘若火車的速率,還大於光的速率,則地球上的各種事情,從他看起來,都是前後相反的,先有日落,後有日出;先有今日,後有昨日;先有死,後有生;先有民國,後有前清;先有二十度左右的地球,後有六千餘度的火雲。莊子說:『今日適越而

昔來，』若是附會起來，倒是同這個幻言相像。寫到這裏，我忽然又想起我們鄉裏又有一曲兒歌：

順唱歌，倒唱歌，先有我，後有哥，媽媽出閣（出嫁也）我打鑼，搖籃（小兒所睡之籃）裏睡着老家婆（外祖母也。）

不覺喟然嘆曰，不圖這些鄉裏小孩們早已知道了相對論！

（二）歷史的發達

相對論之歷史的發達，可以分做三個階級：（A）是舊力學中之相對原理，（B）是特別相對論，（C）是普通相對論。

（A）舊力學中之相對原理

依此項相對原理而言，一個定律，若是對於K標程是真實的，對於K′標程也是真實的，祇要K′標程是對於K標程舉行等速的直線的動。

舊力學中之『速率相加』的算法，就是與此項原理相依附的，試爲陳述如下：

今有一火車，在一條鐵路上向前行動，其速率爲V；又有一人在火車上向前行動，其方向與火車同，其速率爲W。依『速率相加』之方法算之，此人向前行動的速率，若有一個人在鐵路旁邊計算，爲V與W相加之總數。若以W代此人行動之速率（依鐵路旁邊的人的計算，）則

$$W = V + W$$

這是說，以火車爲標程，此人行動之速率爲W；以鐵路爲標程，此人行動之速率爲V＋W。祇要火車之行動對於鐵路，是等速的，直線的，則無論用鐵路爲標程，或用火車爲標程，都可以計算此人行動之速率。這個算法，在力學範圍以內，固然沒有例外的困難，但是移到光學裏邊，可是就要發生不同的結果。我們且舉一兩個例子，來看看牠們的結果如何。

今有光自A點射至B點，其速率爲C（每秒鐘三萬萬密達，）又有一火車向前行動，其方向與光相同，其速率爲V。依速率相加之方法去計算，火車和鐵路兩個標程，

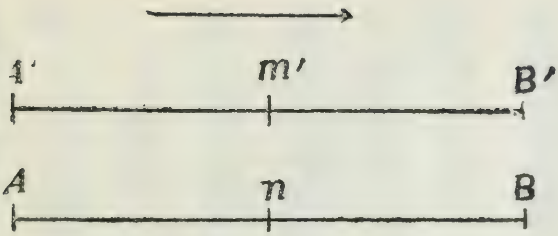
和上段所舉的例是一樣的；不過前例之中，是計算人之行動，此例之中，是計算光之行動，似無其他區別。所以，若以鐵路爲標程，光之速率爲C，以火車爲標程，光之速率爲C－V，那麼，光之速率是不能有不變的價値了。

然而依海恩波動之理論說來，光是以太之波動，以太是布滿空間，包羅萬象，無遠弗屆，靜止不動的宇宙之海洋，（此不動是就其全部而言，其中發生的波動乃是局部的動，全體仍然是不動的；例如海上起浪，浪是局部的動，海之全體仍然是不動的。）其中所發生的波動，是不隨標程而變遷的。所以光之速率，無論以地球爲標程，或以太陽爲標程，或以天南星爲標程，都是每秒鐘三萬萬密達。那麼，光之速率不變之原理，和速率相加之算法相衝突了。

我們再舉一例子，來看看其中是否包含有更深的意義。

在一條直線的鐵路上，有AB二處同時閃電，又有一觀察者立在M點，而M點恰在AB線之正中，AB兩處的電光，自然是同時傳到M點，於是這個觀察者，以鐵路爲

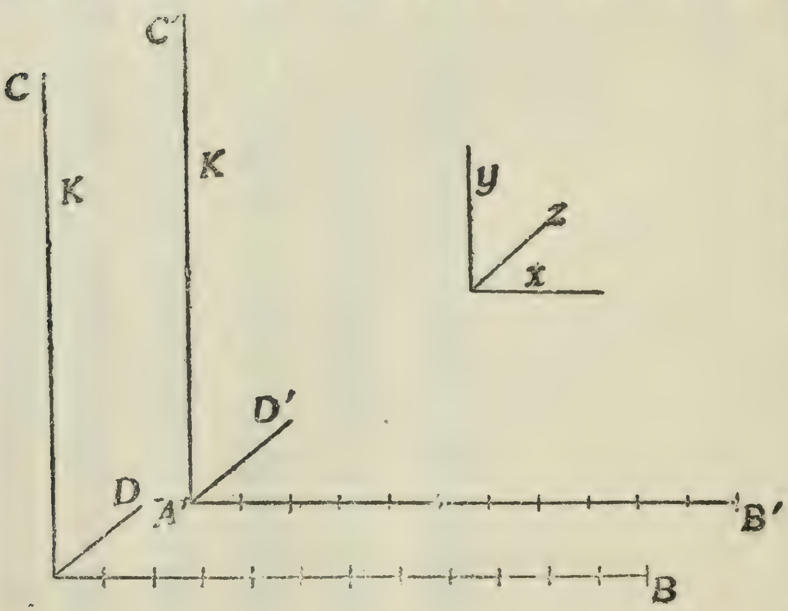
標程，自然可以斷定AB兩處的電光是同時發生的。今有一極長的火車，沿鐵路向B點進行，其進行有一定的速率，火車上也有一個觀察者立在M′點，而M′點也恰在A′B′線之正中。當AB兩處電光剛發的時候，從鐵路上看來，火車上A′M′B′三點恰與鐵路上AMB三點相符合。但是當AB兩處的電光到M點的時候，火車已向B移動若干距離，——無論此距離是若干的小。所以B處的電光，到M′點較早，A處的電光，到M′點較遲。於是在M′點的觀察者，勢必斷定AB兩處的電光，不是同時發生的。這就是說，以鐵路為標程，AB兩處電光之發生是同時的；以火車為標程，AB兩處電光之發生，是不同時的。所以每個組體 (system)，各有牠自己的時間，與其牠組體不同；於是時間失其普遍性了。倘若從火車上M′點觀察，AB兩處的電光也是同時發生，則是『光之速率不變』的定律，又須得取消了。



(B)特別相對論

要免除『光之速率隨標程而不同』的困難，僅用舊力學中速率相加之方法是不够的，於是有勞倫茲（Lorentz）氏變換之公式發見。試為敘述如下：

今有二標程KK′於此，K′對於K舉行等速的直線的動（例如K為鐵路K′為火車。）設有一件事情（卽一個現象）發生，我們要規定牠所在的地方，我們立三條標線AB，AC，AD，以x記此事情發生之地點與ACD平面之距離，以y記此事情發生之地點與ABC平面之距離，以z記此事情發生之地點與ABD平面之距離，再以t記此事情發生的時間，就可以知道在K標程之中，此事情在t時之所在的地方。倘若另有K′標程沿x軸而行動，其速率為V，而我們欲規訂在K′標程之中，



此事情發生之所在的地方;依伽利略的力學(卽舊力學),照上面所說的方法計算下來,(卽以x′記此事情發生之地點與A′C′D′平面之距離,以y′記此事情發生之地點與A′B′C′平面之距離,以z′記此事情發生之地點與A′B′D′平面之距離,以t′記此事情發生的時間)可得 $x'=x-Vt$, $y'=y$; $z'=z$, $t'=t$。設若 $x=Ct$,(C爲光之速率,t爲時間,Ct爲光所經過之距離)則x′爲 $(C-V)t'$;於是在K標程中 $C=\frac{x}{t}$,在K′標程中 $C=\frac{x'}{t'}+V$,那麼,C在不同的組體之中,不能沒有不變的價值了。但是依勞倫茲變換公式,則可以免除此項困難,試列於下:

$$x'=\frac{x-Vt}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \quad (1)$$

$$y'=y \quad (2)$$

$$z'=z \quad (3)$$

$$t'=\frac{t-\frac{V}{C^2}x}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \quad (4)$$

當光沿X軸往前進行的時候，

$$x = Ct$$

試將Ct代x於(1)中則得

$$x' = \frac{(C-V)t}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}} \qquad (5)$$

試將Ct代x於(4)中則得

$$t' = \frac{\left(1-\frac{V}{C}\right)t}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$$

即

$$t = \frac{t'\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}{1-\frac{V}{C}} \qquad (6)$$

試將 $\frac{t'\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}{1-\frac{V}{t}}$ 代t於(5)中則得

$$x' = \frac{(C-V)t'\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}\left(1-\frac{V}{C}\right)}$$

$$= \frac{(C-V)t'}{\frac{C-V}{C}}$$

$$= Ct' \qquad (7)$$

於是在K標程中，C是等於$\frac{x}{t}$，在K′標程中，C也是等於$\frac{x'}{t'}$，於是C之不變的價値——卽光之不變的速率，——可以保全了。

依此公式而言，一物之長短，亦依所擇取的標程而不同。今有一尺於此，擺在一個標程的x軸上，使x起首爲零，x終了爲一，故x軸恰爲一尺。倘若此標程沿x軸往前行動，其速率爲V，當其行動之時，此尺並非一尺。因爲 $x'=x\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}$，故$1=1\sqrt{1-\frac{V^2}{C}}$。而且此組體行動之速率愈大，則此尺之縮短愈甚。倘若此標程上載有一表，此表上所記載的一秒，要比在不動的標程上所記載的一秒較長。因爲$t'=\frac{t}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$，故$1=\frac{1}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$。而且此組體之行動之速率愈大，則此一秒之延長愈多。

這樣看來，時間之快慢，和空間之長短，可以隨所擇取的標程而不同。但是在勞倫玆的變換公式裏邊，還不過是形式的計算。愛因斯坦更進一層而成爲物理的解釋。他

說時間空間之依標程而不同，乃是眞實的，不是虛僞的，乃是實質的，不是形式的，這是他的特別相對論。

再者，依電動學及放射化學而言，一物當行動時之質，體，量，較不動時增加，行動愈快，增加愈大。如其行動之速率爲V，則其增加爲$\frac{E}{C^2}$，故其體量之共總，爲$m+\frac{E}{C^2}$（此m爲原有之體量，E爲行動時所吸收之能力。）

體量，時間，空間之觀念，爲一切物質科學之基礎觀念。所以我們所用以權量牠們的單位，就叫做基礎單位。從前以爲牠們是確定而不變的，各項物質科學，都建築在這個原理上邊。現在以爲這些存體的分量，都因所擇取的標程而不同，這是科學中最大的改革。

（C）普通相對論

奈端力學中之相對原理，祇能應用於力學範圍以內。若應用於光學，（此乃海恩以光爲以太之波動之光學，不是奈端以光爲微點之激射之光學）就要發生困難。勞

倫茲的變換公式和愛因斯坦的特別相對論，能夠解除這種困難。但是祇在『K′標程對於K標程所舉行的動是等速的直線的』的時候，方能應付得了。倘若K′標程對於K標程舉行非等速的非直線的動，則特別相對論也要發生困難。所以愛因斯坦又有普通相對論之發明。依普通相對論講來，設有一物對於K舉行等速的直綫的動，同時對於K′舉行非等速的非直線的動——卽是有速差的曲線的動，則K必發生吸力之現象。此吸力之發生，卽由於動之速差與其曲線之性質，——不但如此，動之速差與其曲線的性質，和吸力，並且是同一的東西。今試舉二例說明如下：

設有一個箱子A，懸在四無着落的空中，空中有一個人在這箱子立着。設有一種神力，將此箱子往上提升，逐漸加快，——卽是舉行有速差的動。這個人手上原有一塊石頭，現在忽然把牠放開，於是這塊石頭就墜落在這個箱子的地板上，並且墜落得逐漸加快。從這個人的眼光看來，石頭之逐漸加快的墜落，是因爲地板下的吸力。然而倘若另外有一個箱子B，也在空中懸着，但是沒有神力將牠往上提升，永久在那裏停住，也有

一個人在這個箱子立着。從B箱子裏的人眼光看來，A箱子裏人手中所放開的石頭，絲毫沒有動；牠所以逐漸加快落到地板上的緣故，是因爲那個箱子A逐漸加快的往上提升。所以這個石頭墜落之一個現象，從一個標程看來，是原於吸力的，從另一標程看來，是原於有速差的動的。其實牠倆本是同一的東西。兩方面的見解都是對的，不必持二者必居於一的批評。

復次，倘若A箱子裏的人，用一根繩子把這塊石頭懸在他的天花板上，自然是石頭下垂，繩子緊張。他的力學的解釋，是吸力將石頭往下吸引，而石頭所以不墜落者，因爲繩子的張力，恰恰將牠抵消了。我們祇要權量繩子的張力，就得到石頭所受的吸力。然而從B箱子裏的人看來，是這個箱子的有速差的往上提升的動，從天花板穿過繩子而傳到這塊石頭，而繩子之張力，恰可以收到傳達所動之效果，所以石頭也隨着箱子往上提升。我們祇要量得繩子的張力，就可以得到石頭的惰性。所以惰性與吸力，並不是兩件東西。

以上所舉的例，我們把牠叫做箱子的例。

復次，今有一盤，在一個平面上繞軸而旋轉，有一人坐在盤子上，不在中心，也不靠邊，他必定經受一種輻射的外向的力——離心力。在盤子以外的人，以爲盤子是動的，其速差自圓周向中心，將此力解釋爲惰性，就是離心力。但是在盤子上的人，以爲盤子是不動的，（依普通相對論講來，他的這個見解並是十分對的）將此力解釋爲吸力。所以以K爲標程者，可以說牠是惰性，而以K′爲標程者，可以說牠是吸力，其實彼此都是對的。

以上所舉的例，我們把牠叫做盤子的例。

設若盤子上的人，製造兩架完全同樣的鐘，把一架擺在盤子邊上，把一架擺在盤子中心。這兩架鐘對於盤子是不動的（就是隨着盤子一道動。）他以爲這兩架鐘記錄同一的時間。但是盤子外邊比盤子裏邊走得快，至於盤子真正中心的一點，是完全不動的。依勞倫茲原理講來，盤子邊上的鐘所記錄的時間，比盤子中心的鐘所記錄的

時間長的多。倘若另從一個不舉行旋轉之動的標程上看來，在不同的地方，時間是不同的，但是這個人不能夠覺察出來。

又依勞倫茲原理講來，一物當動之時，牠的與動之方向相同的長，比不動之時較爲縮短，動得愈快，縮短愈多。設若盤子上的人拿尺來量盤子之圓周，因爲盤子舉行旋轉之動，他的尺在量圓周的時候，受了此動之影響，分量減小了，於是他所量得的圓周之長，比此尺不向前動之時所量得的圓周之長較大。他又拿此尺來量盤子之圓徑，因爲盤子的旋轉之動，與尺之長無關（旋轉之動與尺之長不同方向）所以他所量得的圓徑之長，和此尺不向前動之時所量得的圓徑之長一樣。若另從一個不舉行旋轉之動的標程上看來，他所量得的圓周與圓徑之比例，不是三小數一四，但是大於三小數一四。然而盤子上的人，卻是看不出來。

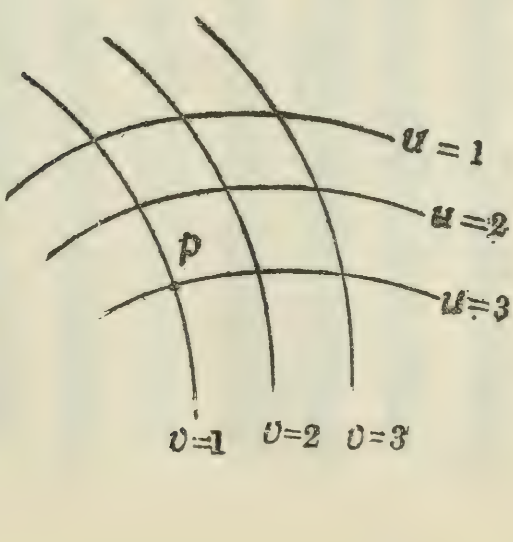
同樣的結論，又可應用到物之體量上去。盤子邊上的物件動得快，所以體量增加，盤子中心附近動得慢，所以體量減小。但是這也是從另外一個標程上觀察的結果，盤

子上的人也看不出來。

在這樣的組體上邊，各處的時間空間之長，物之體量都是不同的。但是這樣的不同，——試說盤子邊上一尺之長與盤子中心附近一尺之長之不同——不是跳躍的劇變，乃是聯續的緩變。在這樣的組體上邊，我們若要規訂一件事情之所在，僅用 x y z 三個標線，是不够的，我們還要用時間 t 做第四條標線。而且我們所用的標線，不是直的（笛卡兒的標線），乃是曲的（高司 Gauss 的標線如下圖）。我們並不能設想 x y z 是屬於三積次的空間，t 是屬於另外加入的一個東西叫作時間的。我們要設想這四條標線都是屬於一個組體——時間空間之聯續體（space-time continuum）。這個聯續體，不是像有固定性（rigid）的石頭（假定石頭是有完全固定性的）但是像有柔輭性(mollusc)的煤膠。在這樣聯續體裏面，規訂一件事情發生之所在，我們須求這個所在點和所設的各級系中那一條標線相值，或與那一條標線之距離（參觀下段）；和在有固定性的聯續體裏邊，須求一件事情之所在點與三個標線之距離，

也是相同的。因爲這四條標線，同是約束一件事情發生之所在點的網羅，無須把前三條屬於空間，後一條屬於時間。所以我們只須用 x_1，x_2，x_3，x_4，去做記號，用不着 x y z t 幾種老記號，使人聯想到牠們的涵義。愛因斯坦的普通相對論，比特別相對論較優之點，即是：普通相對論可以用有柔軟性的組體爲標程，而規訂一件事情發生之所在，而構造各種天然定律，而以特別相對論中所用的有固定性的標程，爲一個特殊的例子；換一句話說，在吸力範圍之內，牠也可以構造天然定律。

姑以平面而論，試設想有一級系的曲線 $u=1$，$u=2$，$u=3$ ……而且兩個鄰次的曲線之間，仍有無限的其他同樣的曲線；但是牠們是永不互相交切。再設想另有一級系之曲線 $v=1$，$v=2$，$v=3$ ……其性質與 u 相同。今欲規訂一件事情發生之所在點 P，我們說：P 之標線 $u=3$，$v=1$。在此平面上任取一點，都有這樣的兩條標線可



以繫屬牠。這叫做高司標線。不但是在二積次的平面上，可以應用，就是在上段所說的四積次的空間時間的聯續體上，也可以應用，而且就是在五積次六積次的聯續體上，也都可以應用。

依箱子的例，吸力是由於動之有速差，依盤子的例，吸力是由於有速差的曲線的動。由此推之，凡一組體舉行有速差的曲線的動，則此組體之附近，必發生吸力之現象。若有一物行動，經過此組體之附近，必受吸力之影響，而改變其方向。將此原理應用於光的例子上去，凡天空中恆星之光，經過太陽附近而至地球的，在太陽附近必爲曲線。此項結論，是雙方重要的；第一，光在吸力範圍之中，舉行非等速的曲線的動，與光行直線之舊觀念不同，第二，光經過太陽附近而至地球，所改變的方向若干，是可以算得出的。

(三) 結論的推廣

把相對論的結論推廣起來，在科學中既發生了很大的改革，在哲學中也解除了

很多的困難。茲將這些結論之推廣，試爲陳述於下：

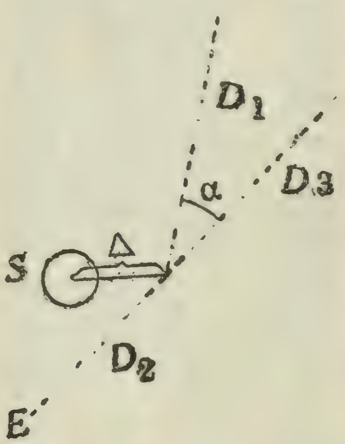
(A)依奈端力學而言，行星繞太陽而旋轉，其軌道爲橢圓，太陽居橢圓二心之一。如果我們把恆星當作絕對不動的，而行星之吸力又不能彼此互相牽動，則一個行星繞太陽而旋轉之軌道所包含的橢圓面積，對於恆星是不變的。但是從這兩個原因所發生出來的錯誤，我們可以更正。更正之後，一個行星所行之軌道，應該成一個完全無缺的橢圓。以一行星年度計算，從某點起首，必至還至某點終了，換一句話說，一個行星軌道所包含的橢圓面積，對於恆星，永久佔據同一的地方。依天文家的觀察，所有行星之軌道，都和這個結論相符，但是有一個例外。這個例外，就是離太陽最近的金星。金星軌道所包含的橢圓面積逐漸遷移，其遷移之方向，與其公轉自轉之方向相同。故其一年所經過的軌道，不能成一個始終銜接的橢圓。其遷移之速率，爲每一百年經過角度四十三秒。天文家早已將這個很小的分量測量出來了，但是沒有方法可以解釋牠。

依相對論講來，凡行星軌道所包含的橢圓面積，對於恆星，本不是固定的，牠們都要依着公轉自轉之方向而遷移，不過因爲離太陽太遠，或因其軌道幾爲圓圈而不甚成爲橢圓，所以遷移得很少，我們沒有方法可以測量得出來。惟有金星之橢圓面積之遷移，每一世紀四十三秒，是比較快的，——雖然還是很小的速率——纔能發現於天文家觀察範圍之中。牠不是例外，牠是一個易於觀察的例子。而且理論的計算，和觀察的結果，幾乎完全相符（其錯誤不過數秒而已。）於是這一層歷史沿襲下來的難題，從此可以解決了。這是相對論之第一個試驗的證明。

（B）以上已經說過，凡光線經過一物之吸力範圍的時候，同其他物質一樣，也要受此物之吸引而與此物較近，改變牠的直線的途徑而爲曲線的途徑。依此而言，凡恆星之光，經過太陽之附近而至地球，皆受太陽之吸引，而傾近於太陽。今試以圖說明如下：

S爲太陽，E爲地球。今有一恆星之光自D_1來，到了太陽附近，爲太陽所吸引，而

與太陽接近，改變其原來D_1之方向而爲D_2。從地球上觀察，這個恆星之光似乎是從D_3來的，於是D_1D_3之間，成了一個α角度。這個角度，可以從$\alpha=\frac{1.7\ \text{seconds}}{\triangle}$一個公式算出來的。此公式中之△，卽爲光線在改變方向處與太陽中心之距離。這一層測算，是極其重要的，因爲牠可以讓我們用試驗去考查。



這個試驗如何做呢？我們要選擇一個完全日食的時候，把經過太陽附近傳光到地球的一些恆星，用相片照下來，因爲在平常時候，太陽光太强，這些恆星是完全看不見的。再在以前數月或以後數月，太陽在他處的時候，也把這些恆星照下相來。將平常的時候所照的相片爲標準，來和日食的時候所照的相片相比較，則日食的時候，太陽周圍附近的恆星，必定都向外邊遷移至若干的地步。這一層結果，是完全證實了。一九一九年，英國皇家學會和天文學會派人到南美洲的索布拉爾(Sobral)，和西非洲的普麟栖粕(Principe)島，於五月

二十九日完全日食之時，將太陽附近之恆星，都照下相片來了。其遷移之角度，果然都和理論所測算的完全相符。這是相對論之最有實力的輔助。

(C)以前曾經說過，若是有一組體K是不動的，又有一組體K′是動的，則K′上之空間較短於K上之空間，K′上之時間，較長於K上之時間，K′上一物之體量，較大於K上之體量。此項原理又可以應用於一個原質所發露的或吸收的光份。同一原質在K上發露一定的光份，其擺度 (frequency 每秒鐘擺動之次數與浪 wave length 成反比例) 爲V，若在K′上發露一定的光份，其擺度必較小於V。今以V′代之，則 $V' = \frac{V}{\sqrt{1-\frac{V^2}{C^2}}}$ (V爲K′行動之速率，C爲光之速率。) 若就圓形之組體而言，則上列之公式，可以經幾層推演而變成 $V' = V\left(1-\frac{Km}{C^2r}\right)$。在此公式之中，K爲奈端吸力常數，m爲組體之體量，r爲組體之半徑。由此公式看來，m愈大，V′愈小，換言之，吸力愈大，擺度愈小。

由此言之，同一原質，在體量大的星球上所發露的光份擺度較小，在體量小的星球上所發露的光份擺度較大。擺度小則浪長大，擺度大則浪長小。浪長大的近於紅光份的一端，浪長小的近於紫光份之一端。所以星球體量愈大，則其所發露之光份向紅光份之一端遷移愈多。但是遷移之分量甚小，難得精確的權量罷了。試以太陽和地球比較，這種遷移之分量，不過爲浪長之百萬分之二。至於在天空恆星之例子之中，這種遷移分量更難測算，因爲我們還不曾知道牠們的體量和半徑。

總之，同一原質，在天體上所發露的光份，都較在地球上所發露的趨於紅光份之一端，因爲多半天體，都比地球大。此項推論，若是確實的證明了，將來我們可以用上列的公式去計算天體的體量和半徑。同時，牠又把朋孫 (Bunsen) 克希荷夫 (Kirchhoff) 的有名的光份分析基礎動搖了，——至少在理論方面是如此的。

以上三項是經算學的測算，可以用試驗去證明或否證的。還有以下四項的推廣，雖不是具有同樣的性質，然而在哲學方面所發生的影響，也是很大的。

(D)凡一組體舉行有速差的曲線的動，必發生吸力之現象。若另有一個舉行等速的直線的動的物件，經過此吸力的範圍，亦必改變其行動的原狀，而舉行有速差的曲線的行動。依此說來，凡光經過吸力範圍時，皆舉行有速差的曲線的動。從前光行直線的見解（物理學中常以光線代表理想的直線，）不能存在了。從前光之速率不變的見解（每秒三萬萬密達，）也不能存在了。

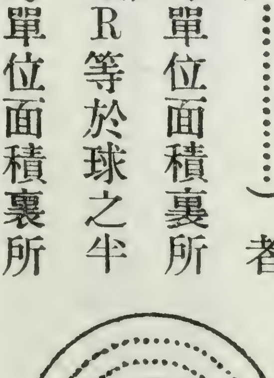
(E)在舊力學中，物質之有吸力，是一個知其當然而不知其所以然的現象。縱然在科學中不成多大問題，而在哲學中確是一個屢費思辨的問題。他們祇能說：牠是物質裏邊的一種力，或者說牠是物質的固有的性質，有物質卽有吸力，吸力卽爲物質之所以成爲物質的第一個條件。現在依相對論講來，牠是原於一個組體之有速差的曲線的動，用不着假定物質裏邊包含着一種特別的力了。

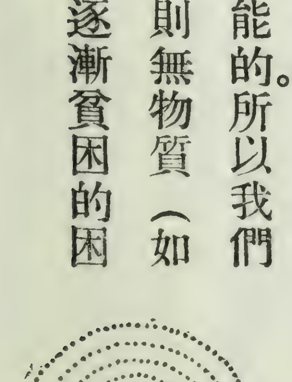
(F)依舊力學講來，宇宙中充滿了以太，各種物質之活動，都發生於以太之中。以太譬如是海，各種物質譬如是海裏的魚。物質之活動，譬如是魚之游泳。物質是動

的以太是絕對不動的。於是各種標程雖是相對的，然而以以太爲標程，應該是絕對的。現在依相對論講來宇宙間完全沒有絕對的標程，那麼，我們也用不着假定以太之存在了。這一層結論和上一層結論一樣，也是替哲學減除一個很大的困難；因爲我們從來沒有感觸過以太是什麼東西，而相信牠的存在，乃是奧康刀（見方法論）所不允許的。穆勒在七八十年以前，對於以太之存在，就曾經懷疑過。當時學術界裏的人，對於以太和宗教家對於上帝一樣的信從得真切。揭方司簡直說：穆勒是實證哲學的精神過於充分。殊不知到現在，他的懷疑，竟成了確實的真理，可惜他早已死了，不能看見這一層真理的發明了。

依奈端定律推演而言，物質的世界，應該是一羣有限的島嶼，團聚在無限的空間海洋的中心，愈到中心愈密，愈往外去愈疎。如果宇宙是如此的，則凡自中心發出之光，都循着輻射的方向，往四圍分散到無限的空間，永遠不得回頭。於是這個有限的物質世界上的能力，漸漸底貧乏之下去了。我再將引到這個結論的證明，陳述於下：

照奈端力學原理，凡力線之來自無限，而止於一個有體量之物者，必與此物之體量成正比例。如果物質的世界之密度D是平均的，我們可以尋出一個體積V，把這個物質世界恰恰包在裏邊（如甲圖）如此，則物質世界之共總體量爲DV。凡來自無限穿過V的球面而止於球心的力線，必與DV成正比例。這是就穿V的全體球面而言，其穿過球面之單位面積（或爲平方寸或爲平方尺……）者，必與$\frac{DV}{F}$成正比例，或與$D\times\frac{V}{F}$成正比例。所以每單位面積裏所穿過的力線，與DR成正比例（此F等於球之面積，R等於球之半徑）據此公式，R加大（卽球加大，）則球面上每單位面積裏所穿過的力線也加大，一直可以加到無限，這是不可能的。所以我們祇得假定我們物質的世界，中密而外疎，外到無限，則無物質（如乙圖）然而照這樣的宇宙觀講來，又要遇着能力逐漸貧困的困難。


甲


乙

依相對論講來，宇宙是有限的，但是無止境的。試用一舉例說明如下：

今有一球於此，球面上有人住着。但是這些人祇懂得二積次的宇宙，不懂得三積次的宇宙，祇能沿着球面一個極薄的世界裏過生活，和第一段裏所說的扁魚一般。在甚小的範圍以內，他們可以求得直線。倘若距離甚遠，他們祇能求得曲線——雖然他們還以爲是直線。在這個世界裏，圓周與圓徑之比例，不是π（3.1416），但是較小於π。設若他們以一點爲中心，往周圍放出輻射的『直線，』而這些『直線』都是等長的，把這些『直線』的末梢聯接起來，則得一個圓圈。倘若此圓圈之半徑加大，圓周也必定加大；但是，倘若此圓圈之半徑加大不止，則必抵赤道的地方；過了赤道之後，則半徑愈加大，圓周反來愈縮小；一直到對極而後止。所以從起點算起，所放出輻射的『直線』，首先是逐漸離散，以後是逐漸匯齊，最後是達於對極點。

同樣的方法，可以應用到三積次的宇宙上邊。設若有一位神仙，立在極高的雲頭上，手上拿着幾千幾百個風箏，四方八面的放出去。這些風箏不是僅此朝上走的，卻是

朝周圍分走而成輻射的直線。設若這些風箏線是等長的，我們把風箏所到的地點聯合成爲面積，可以得一個圓球。風箏線之長，卽爲此圓球之半徑。此圓球之面積，爲 $4\pi R^2$。但是這是假定宇宙是歐幾里得的 (Euclidian)，然後得這樣的分量。倘若宇宙是非歐幾里得的 (Non-Euclidian) 則此圓球之面積，比 $4\pi R^2$ 較小，牠實在是 $4\frac{c}{d}R^2$。此處 c 爲圓周，d 爲圓徑。倘若半徑加大，球面也加大，但是過了一定的限制（和上例的赤道一樣）之後，半徑愈加大，球面反來愈縮小，一直到相對點而止。所以從起點算起，所放出輻射的『直線』（風箏線，）首先是逐漸離散，以後是逐漸匯齊，最後是達到相對點。

所以宇宙是有限的而無止境的。何以是有限的呢？因爲是祇有此數；何以是無止境的呢？因爲是周而復始。於是能力逐漸貧困的困難，就可以根本解除了。

物質

我們逐日所看的日月星辰草木鳥獸等等東西，乃是哲學家所叫做的物理的對象。這些物理的對象，究竟是否存在，乃是唯心派和唯物派所爭論的焦點，就是宇宙之本體之問題。或爲此而旁徵博引，或由此而遠繹窮推，也不知道費了哲學家多少腦筋，用了哲學家多少筆墨。縱令我們說：所有的哲學辯論，都是以此焦點爲中心，也不算言過其實。牠的性質是極其重要，牠的關係是極其繁複，牠的範圍是極其廣大。現在我姑且把各派對於此點的意見擇要陳述一番，以引起下文所講的科學對於這個問題之接續的貢獻。

唯心派說：物理的對象是不存在的。他們所持的理由，我想可以用下二種以概括之。

(一)物理的對象，乃是性質而非本體　凡是我們器官所能感觸的，都是物之

性質，不是物之本體。例如這裏有一張桌子，我們視官所能感觸的，是一定的形式和顏色；我們聽官所能感觸的，是敲着牠的時候之一種聲音；我們觸官所能感觸的，是一定的堅度。這些形式，顏色，聲音，堅度，都是桌子的性質。在這些性質之背後，我們決沒有方法可以知道有什麼東西。但是我們又要承認那裏有一張桌子——桌子的本體——然後纔能發生這些性質出來。這樣的承認，無論為本能的，例如普通具有常識的人，或為理智的，例如笛卡兒與洛克，以為外界有物質——物之本體——在那裏動作，這些動作傳到我們的器官上邊，纔發生各種性質，都是强不知以為知。我們既沒有方法可以知道牠，而又相信牠的存在，豈不是最不合乎論理的一個判斷嗎？而且我們既不知道物質之本體，則我們所感觸的性質，如何能够聯接到本體上去，更是不可解釋的問題。所以巴拉德烈（Bradley）說：『我不懂得何以糖是甜的。』他的意思是：糖是一件東西，甜是另外一件東西，牠倆如何能够聯接起來？倘若有人說：因為糖裏有糖質，所以糖是甜的，似乎得了圓滿的答案了。但是這裏又要發生兩

個問題：一是糖裏何以有糖質？二是糖質何以是甜的？這樣往下追尋，問題愈鬧愈多，而糖和甜這兩件東西，不但永遠聯接不起來，而且距離更遠。甜是性質，糖是本體，我們祇知道甜，我們不知道有糖沒有糖（指糖之本體而言）。這樣看來，物之本體——物質，是我們無論如何不能知道的東西，我們還能相信牠是實在的嗎？

（二）感觸不能離我而獨立　再就桌子而論：我們必定看見桌子，我們纔知道這裏有棹子存在。然而當我們看見桌子的時候，不是眼睛的接觸所能了事的。因爲：未曾腐朽的死人，也有眼睛，然而我們相信他決不能看見桌子；換一句話說，這張桌子對於死人是不存在的。所以我們當看見桌子的時候，眼睛網膜接觸之後，還要加上意識之覺察，我們纔能知道這裏有一張桌子。意識是在『我』的裏邊的一件東西——心。足見我知道桌子存在，是因爲桌子存在於我的心上。倘若大家都知道桌子存在，是因爲棹子存在於大家的心上。然而我們不看見這張桌子的時候，我們也還十分相信桌子仍然存在，並未消滅，這是因爲桌子存在於上帝的心上。（波耳克

烈（Berkeley）的說法。」所以天下惟有心是實在的，宇宙間惟心是本體，倘若沒有心，什麼都沒有了。

唯物家說：物理的對象是存在的。他們派別較少，所主持的理由，也較簡單。他們說：宇宙間惟有物質是實在的。卽以桌子而論，那裏必定有一張桌子——桌子的物質，然後纔能够發生種種性質，如形式，顏色，聲音，堅度之類，可以爲我們的器官所感觸。惟其因爲物質是實在的，所以各人所看見的同一的桌子，都是一樣的；而且無論在有人看桌子或無人看桌子的時候，那桌子都是存在的，——雖然嚴格說起來，這兩層都沒有直接的證明。他們有一句笑話說：您若不相信物質是實在的，請您拿您的頭往牆上碰一碰，就知道物質（牆中之物質）是實在的不是實在的了。卽如精神的活動，也是由於腦筋物質之變遷，例如用心過度，神經就要發痛，感觸之傳達，也有一定的速率，和熱與光一般。總之，宇宙間之現象，都不過由於原子（現在應該說電子）之碰擊而已。

這樣的唯物主義，有時叫做素樸的唯物主義，因爲下面所說的唯實主義，有時也

可以叫做唯物主義。加上素樸二字，就是表示這一層的區別。

唯實派說：心也不是實在的，物也不是實在的，祇有感觸——目所見的，耳所聞的，手所摸的——是實在的。卽以桌子而論，桌子的本體不是實在的，牠的形式，顏色，聲音，堅度等等性質，是實在的。這些性質，是直接底由感觸得來的，若桌子之本體——康德所謂物中之物——乃是由這些感觸得來的張本推論而來。凡由推論而來的，都不能算作實在。牠是邏輯的構造，不是客觀的實質。我們所能直接知道的，祇有器官的感觸，縱然我們拿頭和牆碰一碰，所得的結果，仍然是一種感觸——痛而已矣，——仍然不能證實牆之物質之本體（其詳見科學與倫理章）這些感觸，從客觀的方面看來，就是現象。所以唯實論又可以叫做現象論。

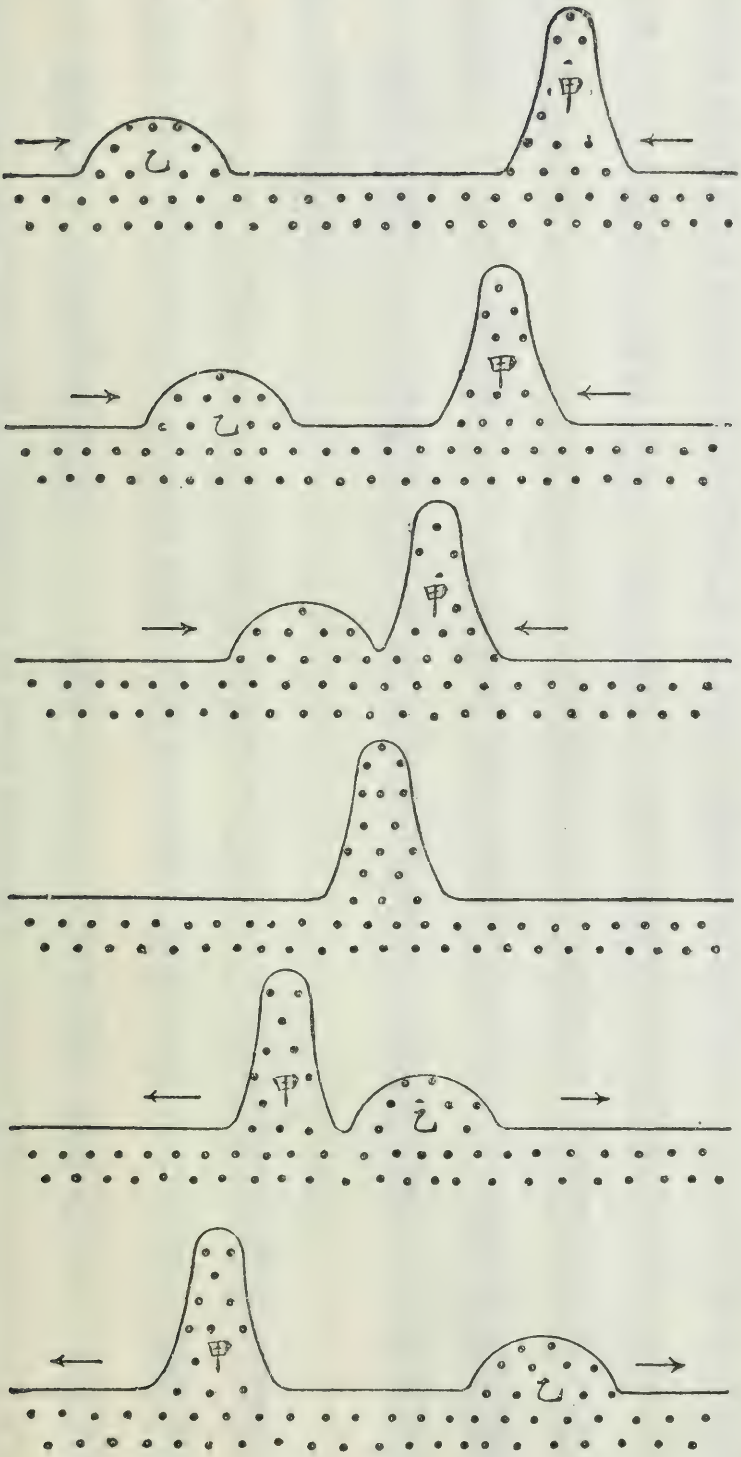
若說桌子是不能離精神——我——而獨立的，因爲獨立之意義不易明瞭，也不是正確的判斷。其實桌子有二觀，其一是由觀察點而定的，可以叫做心理觀；其一是不由觀察點而定的，可以叫做物理觀。桌子的物理觀，是可以離精神而獨立的。就是桌子

的心理觀，也是由於觀察點所具有的情形而規定，並不是隨意所之而變幻無常的。今試舉例說明如下：今有甲乙二人同坐在一間屋子裏談心。他倆都看見桌子，椅子，書架，字畫，排列成一定的秩序。他倆以爲他倆所看見的一切，是相同的，換一句話說，他們的宇宙是相同的。然而詳細討論起來，卻不如是。因爲：他倆不是坐在完全同一的地方，他們的器官所得來的感觸，決不是完全同一的。縱然甲乙二人生理的構造完全一樣和孖生兄弟一般，甲於觀察這屋子裏的宇宙終結之後，讓乙去坐在完全同一的地方，去盡他的觀察的責任，他倆所感觸的，仍然不能完全相同。因爲：當這個換坐的時候，屋裏的光線，已經改變若干方向了，屋裏的空氣，已經流動若干次數了，甚至於桌子椅子等等東西之本身，都已經養化至若干程度了。至於他倆自己在這個時候的所經受的生理變遷，還沒有計算得到咧。所以我們可以說：各人有各人不同的宇宙，甲有甲的宇宙，乙有乙的宇宙，牠倆是不同的。這是由於物之心理觀，可以隨觀察點而不同的緣故。但是，倘若有一個第三者丙，進了這個屋子，加入他們談心的團體，他又有他的一個宇宙，

與甲乙二人所觀察的，都不相同。然而我們試想想這第三個宇宙，能够完全是丙從屋子外邊帶進來的嗎？至少也必定有一部分，是原來存在於屋子裏邊的，不過因爲丙進來，纔憑藉丙的觀察點而發見成爲第三個宇宙罷了。這個原來存在於屋子裏邊的部分，就是物之物理觀，是不依觀察點而定的，是可以離我而獨立的。唯心論的責難，可以由此而答覆了。

素樸的唯物家又說：物中必有物質，然後發生現象，並且物中必有一定的物質，然後發生一定的現象，墨發生墨的現象，粉筆發生粉筆的現象，是決不會錯的。這兩層論斷，在實用上固然有最高的價値，然而在理論上，卻沒有極穩的基礎。因爲：我們在迷惑的時候——例如見鬼之時，——我們看見一定的現象，然而客觀界裏，並沒有發生這個現象的物質（迷惑之解釋見科學與倫理篇）所以我們不能一定說：物中必有物質，然後發生現象。如於說物中有一定的物質，然後發生一定的現象，也不是無可辯駁的眞理。試爲說明如下：

設若海面上有兩個浪，從相對的方向逐漸湧來。一個是大而陡的甲，一個是小而斜的乙。甲有甲的形式，乙有乙的形式，換言之，甲有甲的現象，乙有乙的現象。我們姑且



承認甲裏有甲的物質，所以發生甲的現象，乙裏有乙的物質，所以發生乙的現象。但是牠倆現在對面相碰了，相碰之後，甲還是大而陡的，乙還是小而斜的，都還循照原來的方向，都還保持原來的形式，總而言之，都還發生原來的現象。然而這兩個㵎中所貯藏的水之分子，幾乎是完全變換了；那就是說：牠倆所包含的物質，幾乎是完全換了，但是我們不能够看出來。足見實質變換，形式保存，換言之，實質不同而形式同，並不是不可能的事情。卽以化學的原質而論，每個原質，有每個原質之性質，卽是每個原質發生每個原質之特別現象。倘若兩個原質——試說輕與養——相碰，牠倆裏邊的物質，有一部分互相交換了，但是：牠倆還是各自表現原來的性質，還是各自發生原來的現象，我們有什麽方法可以看得出來這一層交換的手續！如果我們說：這是決沒有的事情，那就是武斷；如果我們說：因爲牠倆還是各自表見原來的性質，所以牠倆裏邊的物質，是一定沒有經受過變遷，那就是丐辭。所以我們也不能一定說：物中必有一定的物質，然後發生一定的現象。但是這樣講來，發生同一現象，不必是同一的物質，諸君或者要替

科學或常識起恐慌了。諸君儘管放心。今有一物，祇要牠所發生的現象是同一的，縱然牠裏邊的物質變換了，也無妨礙，我們仍然可以看作同一的物，我們仍然可以構造定律，我們仍然可以構造科學，不過我們不必超過直接感觸的範圍去斷定不變物質之存在而已。

素樸的唯物派的責難，也可以由此而答覆了。

科學對於物質之研究之工作

我們在上面已經把各派的實在論——對於物之哲學的見解——簡單敍述過了。現在我們再看看科學——尤其是物理學與化學——對於這個問題之研究，有什麽直接的或間接的貢獻。

(一)科學中物質之基礎概念

自奈端建築近代科學基礎之後，科學家對於時間空間物質三件東西，都給予了一些確定的概念。這些概念的名單，自然也曾經過修改與增減。然而這些概念，不但是

在科學歷史上，佔據極重要的位置，卽在現代科學之中，仍然供給最便利的工具。這些概念，自然是物質之性質在思想裏的代表；不過這些性質是論理學中所謂第一級的性質，乃是物質之普遍的性質，不是所謂第二級的性質，如顏色形式等等隨各物質而不同的。我現在把科學裏所承認的物質之第一級性質——換言之，物質之普遍的概念，以及這些概念所經受的變遷，分條敍述於下。

A、佔據性　凡物質皆佔據空間，而且兩個物質，不能同時佔據同一的空間。這第二層性質又叫做互外（mutually external）。牠們是物質之最早發見的特性。物質無論如何底小，卽小到一個原子的地步，總是有體積的。既有體積，自然要佔據空間。至於互外的性質，也須得就原子而言。若體積較大的物質，從外面看起來，似乎可以表現互外的性質，例如二個實心的球相碰，我們不能將此球放置彼球之中。然而用顯微鏡的眼光看來，卻是有隙可乘。例如水因受大壓力而體積可以縮小，足見其中尙有空隙的地方；金類物品可以吸收很多的氣體，而體積並不加大，足見金類物

品之中，尙有空闊的房間，可以容納氣體在裏邊居住。所以體積較大的東西，不能說是有互外的性質的。惟有原子，是小到不可再分的地步的東西，牠必定有互外的性質。化學家甚至有以此爲原子之概念之一者。他說兩個原子不能同時佔據同一的地方，這是以前的科學家對於最後的物質——原子——的意見。

現在我們對於原子，不是這樣看待了。原子內部的組織，和太陽系一般。中心有電核，周圍有電子。電核等於太陽，電子等於行星，電子繞着電核而旋轉，其中之空隙，可以與太陽系裏邊太陽與行星之間之空隙同例相比，我們竟直可以說原子是太陽系的縮影。那麽，原子之所以成爲原子，乃是由於少數動的電子之巡行，不是由於多數靜的物質之充物。原子中間的空隙，可以讓他種物質（例如α及β粒子）穿入，而且我們現在知道在放射化學裏邊，實在有這種事實發生。所以物質互外的性質，現在也要經受變遷了。

B、吸力　吸力定律，是奈端所發明的。自他以後，科學家都承認吸力是物質固

有的一種力量；此力量之大小，視其體量而不同。凡物皆有體量，故皆有吸力。這兩件東西，等於一根繩子的兩端，牽了這一端，那一端自然相隨而動的。到了近來相對論裏邊，吸力與惰性成爲同一的東西，牠是有速差的而又曲線的動之效果。於是把宇宙間一種不可解的，與他種力不相聯屬的，物所固有的吸力根本取消了。

C、惰性　奈端第一個動之定律說：凡物在不受外力的時候，必靜止而不動，或舉行直線的平勻的動。此條定律，除說明物在不受外力的時候所呈現的狀態（或爲靜或爲舉行直線的平勻的動）而外，在力學中另行供給兩項功用：（甲）力之界說，可以由此而規訂。『力也者，改變物之狀態者也。』（乙）相等的時間，可以由此而解釋。『相等的時間者，乃一物不受外力之時，經過相等的空間所需要之時間也。』以惰性爲物之普遍性質，不但在科學裏樹立了重要的基礎，在哲學裏也發生過深遠的意義。十九世紀之中，有些哲學家都曾經想用力與惰性去解釋宇宙之全體，不過沒有得到美滿的結果，罷了（參觀能力章。）

D、可移性　物質雖佔據空間，然而不必永久佔據同一的空間，牠可以自空間之此部分移至空間之彼部分。這就是動；動是動力學中之基礎觀念。但是以前的動力學，是研究體量甚大的東西所舉行的速率甚小的動，例如天體的動。現在的電動學是研究體量甚小的東西所舉行的速率甚大的動，例如電子量子之動。從前是研究無限大的，現在是研究無限小的。這兩個範圍裏所發生的現象，有不同的地方，所以動力學與電動學裏所用的定律也不是完全一樣的；如體量隨動之速率大小而變遷，就是極顯要的一個例子。

E、可變性　這是以原質爲單位而言，原質是不變的。但是原質以上的物質，如化合物，混合物，都是可以變的。雲騰致雨，露結爲霜，高山爲谷，邱谷爲陵，春生夏長，秋實冬藏，都是物質變遷之易徵的舉例。可是有一件事很奇怪；古代的思想家，都覺得這些變遷現象的下面，總有個不變的東西做基礎，這個基礎，就是原質。希臘的哲學家有以水（管子水地篇亦以水爲萬物之本）或以火，或以空氣，或以地，爲原質的。

其後又有以地水火風四者皆爲原質的。再進一層，這四個名詞，又成爲四種性質，冷，熱，濕，乾之代表，水是冷而濕，火是熱而乾，地是冷而乾，風是熱而濕。宇宙萬物，都是由這四種性質錯綜分合而成（此與中國五行之說相彷彿，五行也是性質之代表，木於味爲酸，於色爲青，火於味爲苦，於色爲赤，云云。）到了十八九世紀之交，又以各種酸鹼爲原質。自失勒發明養氣，加分底施用電析水之後，我們纔知道輕，養，鉀，鈉等等爲原質。一直到這個階級，都是以爲原質是不變的。這不變的原質，共總有八十多個。所有物理的化學的變遷，都是原質以上的變遷。近來放射化學及電子論，發明了原質可變之事實，於是物質之可變之觀念，自原質以上的範圍，移入原質以下的範圍了。

F、不滅性　卽是永存性。自鹿化西把定量分析介紹入化學研究之後，於是物質不滅之原理，方纔成立。以前所謂不生不滅，不過是哲學的懸想，不是科學的實證。自從鹿化西根據試驗，成立了物質不滅的原理，我們方纔確實底知道一斤水變成

蒸汽，還是一斤蒸汽，一斤糖溶解在水裏，還是一斤糖，三斤炭和八斤養氣化合，所成的炭養二之重量，還是三斤與八斤相加之總數。這種定量的研究，在近代化學中極其重要；全部物理的化學，都是由定量研究開闢出來的新區域。但是到了放射化學裏邊，原子是由電子集合而成，電子是一種動的能力，可以耗散於無限的空間的，換一句話說，是可以消滅的。於是物質不滅的觀念，也不免要經受變遷了。

以上六條，是科學中物質之基礎觀念。上面已經說過，牠們在過去曾經做過開國的元勳，就是到了現在，也還不是退伍的將士。雖然經過若干的變遷，我們在逐日學習的科學裏邊，還是不斷的用牠們咧。

還有一層，以太之存在，是光學電學及輻射熱學所必需假定的。牠是無處不有，自然是有佔據性，進一層說，以太就是佔據之本身。吸力，牠是沒有的。牠也有惰性。牠能起波動，是亦可移可變，是說不上的。不滅性也可以說是有的。我們雖不像笛卡兒一定要把以太完全底物質化（見附註）但是我們也把牠和客觀的物質同樣的看待。雖然近

來相對論對於牠發生問題，但是我們在科學裏，還是天天採用這個假定的存體。

【附註】 笛卡兒把以太看做實在的物質，——和這張桌子同是一樣的實在。他不相信『中有距離』的動作 (action at distance)是可能的，（例如燈在此處發光，可以轉至彼處；一塊石頭拋在天空裏，雖是離地面有數丈之遠，可以受地心吸力之吸引而下墜。）所以他假定宇宙是充滿了物質的。各種動作，必定有緊密接近的物質，方可傳遞。但是物質有幾種不同，依其光學的性質，可分為三種：一是發光的物質，例如太陽恆星；二是透光的物質，例如以太；三為暗色的物質，祇能返光，而不能發光或透光，例如地球彗星。若就其體質而言，第一種物質是極微細的，是由其他物質上磨刮下來的灰塵，牠的行動速率甚大，若與他物相碰，牠可以分成小塊，將所遇的空隙填塞起來。第二種物質最多，宇宙是牠布滿的，牠是甚小的圓球，但是是有體積的。光之傳播，就是牠受着壓力而擺動。光不是可以經過眞空的，但是經過這種物質的。第三種物質最濃厚，就是我們在地球上所遇着的各種東西。牠有重量，牠也可以傳遞各種動作。笛卡兒因為不相信『中有距離』的動作是可能的，所以他承認以太為物質；因為要承認以太為物質，所以他說物質之特性，不是互外，不是有重量，但是佔據；他並且進一層說，物質即是佔據 (Matter is extension)。他否認中有距離之動作之可能，雖是引起物理學中極有用的理論，例如格林（Green）及司托克（Stoker）的光之彈性固體的理論，和法拉第（Faraday）電力管之觀念，以及馬克斯維耳（Maxwell）的光之電磁理論；然而全部的見解，在科學裏，現在祇有歷史的價值了。

(二) 物質之來原

人類大約都有化繁為簡之欲望，他們看見天地間形色紛紜，總想用少數的原則去統馭。所以古代思想家說什麼『道生一，一生二，二生三，三生萬物；』又說什麼『惟

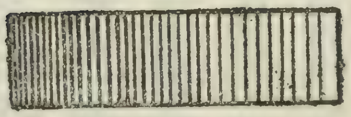
初建極，道立於一，畫分天地，滋生萬物；』又說什麼『天地烟熅，品物流形，』這些話不是哲學家馳騁思慮，就是文學家舞弄筆墨。其略具科學性質者，當推地水火風四大之說。又有德毛克里特（Democritus）的原子論，也是近代化學不祧之祖。他說：物質皆由原子所構成，這些原子，有不同的幾何形式，所以成爲不同的物質。到了十九世紀的達爾敦，從氣體分析之結果，發明了定份律，倍份律，換份律——化合之三定律，於是原子論又從理論的宇宙觀，變爲試驗室裏逐日應用的規則。自此以後，天下有幾多原質，及每個原質之原子量若干，遂成化學中之主要問題。所以十九世紀裏有許多化學家都盡力於發明原質及考訂原子量之一途。

但是到了這個階級，又發生兩個問題：（甲）化學試驗室裏所研究的，都是地球上面的物質，這裏邊的原質，是否與其他星球裏所有的原質相同？（乙）這些原質，還是自有天地以來，就是這樣多呢？還是同出於一原呢？康德凱布羅曾經創設火雲說（見科學方法論）答覆過第一個問題，說：地球上的原質，和別的星球上的原質，是一樣的。布

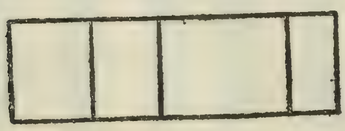
勞司脫（Proust）曾經因爲多數原質之原子量都是整數——都是輕之原子量之倍數，創設物質一元論，答覆過第二問題，說各原質都是由輕之原子集合而成。然而這些答覆，或陷於空虛，或流於淺薄，都不能謂爲圓滿。圓滿的答覆，在近代的分光鏡之分析，和放射化學裏邊，方纔尋覓得出來。我現在再把這些答覆的內容，各按其相當部分而陳述之。

第一個答覆，可以叫做宇宙同質論。從康德的火雲說，固然可以推演而得此項結論；然而朋孫（Bunsen）和克希荷夫（Kirchhoff）的分光鏡分析，實在是此種理論之可靠的根據。我們知道：尋常白光，可以分成七個光份，謂之聯續光份；自紅而漸變爲橘，……自藍而漸變爲紫，是聯成一片，分不開的（如圖甲）。凡固體燒至白熾之時，都發生聯續的光份，例如炭。但是氣體在白熾之時所發生的光份不同，牠是不聯續的；一個特別的原質，在一個特別

甲



乙



的地方，發生一條或幾條光份（如圖乙）。所以我們可以從一個氣體所發生的光份之地位，考查出來氣體所包含的是什麼原質。朋孫等拿分光鏡把地球上各種原質在成爲白熾氣體的時候所發生的光份之地位，考查明白，作爲標準，然後再考查星球所發生的光份之地位，如果二者相符，則星球上的原質，和地球上的原質，是相同的。星球上的物質，雖不能拿到試驗室裏來分析，然而星球的光份，是不遠『千里』而親自送到地球上來的。朋孫發明了這個分析方法，眞正是大開方便之門啊。

分光鏡分析的結果，表示出來：星球上的原質，和地球的原質，大致相同。其所以不能完全相同的緣故，是因爲各星球的壽算不同。在衰老的冷的星球上，固體的重的原質較多，在幼稚的熱的星球上，氣體的輕的原質較多。我們並且尋出在極熱的星球上有三種氣體 nebulium, coronium, asterium，是地球上所沒有的。這一層事實，也可以幫助康德火雲說之成立。（但是依原子數而言，不能有比輕更輕的原質，以上三種原質，據理論的推測，都是比輕更輕的原質，所以此三種原質究竟存在

與否，也還是一個問題。）

第二個答覆，本來就叫做物質一元論。這個理論，雖然可以說是萌芽於布羅司脫的『輕為所有原質之原質』之假定，但是牠還是最近時代之產兒。牠的發達的歷史，可以分作兩部份來講；理論方面的，為週期律與電子論及電核論，試驗方面的，為真空管與放射原質之試驗。

週期律　十九世紀中葉，鑾德里也夫（Mendelyeev）發明了週期律，於是原質之分類，方纔有理論的根據。若用言詞來敘明這條定律之意義，是原質之性質，乃是原子量之週期的函數。這句話之涵義如何，及其如何與物質一元論有關，恐怕還得要簡單解釋一番。

為簡約便利起見，我們拿原子量最輕的十七個原質來講。除去氫（即輕）與氬氦三原質（因為氫在週期表上究屬何類，尚為未定的問題，氬氦二氣體，乃是無化合性的，不便與其他原質相比較）我們依照牠們的原子量依次排列，第

原質	鋰	鈰	硼	炭	淡	養	砩
原子量	7	9	11	12	14	16	19
原質	鈉	鎂	鋁	矽	燐	硫	綠
原子量	23	24.3	27	28.3	31	32	35.5

一為鋰，第二為鈰……但是到第八，鈉，又另起一排。第八在第一之下，第九在第二之下，……如圖所示。現在我們試看第一排的原質，有什麼可供研究的材料。從鋰到砩，原子量逐漸增加，鹼性逐漸減小，酸性逐漸加大，牠們與養化合的原子價也逐漸加大——其他性質不是如此容易比較的，姑且不說，——就同算學中的級序一般。依同變的歸納律令而言，我們不能不疑心這些性質與原子量有因果的關係。原子量，乃是表示原子中物質之分量的；因此，我們不能不疑心：這些性質與物質之分量有因果的關係。再用一個比喻來講。設有七個口袋，裏面裝着棉花。第一個口袋裏裝一斤，第二個口袋裏裝二斤，……第七個口袋裏裝七斤。我們試設想：我們並不知道裏面裝着什麼東西，我們但知道牠們的重量，一斤，二斤，以至七

斤。現在把這七個口袋都放在水裏，經過同一的時間，再提出來，牠們都吸收了一定分量的水。若是第一個口袋吸收一斤水，第二個口袋吸收二斤水，……第七個口袋吸收七斤水，我們縱然不知道這些口袋裏邊裝着是什麼東西，我們總要疑心裏面裝着是同一的東西。倘若不是同一的東西——試說一個口袋裏是棉花，一個口袋裏是木屑，又一個口袋是鴨絨，——則各口袋所吸收的水量，必不能恰恰跟隨口袋重量之增加，而增加到同等的地步。各原質之原子量與其性質之關係，也是如此的。從這樣的關係看來，我們雖不知道各原質的原子裏面是什麼東西，然而我們不能不疑心牠們裏面是同一的東西。各原質裏面既然都是同一的東西，則物質一元之理論，已經有基礎了。

（一）復次從鈉到綠，也表示這樣同變的關係。原子量逐漸增加，同時鹼性逐漸減少，酸性逐漸加大，牠們與養化合的原子價也逐漸加大。不但如此，第八與第一性質相同，第九與第二性質相同，……第十四與第七性質相同，例如鋰與鈉同屬鹼

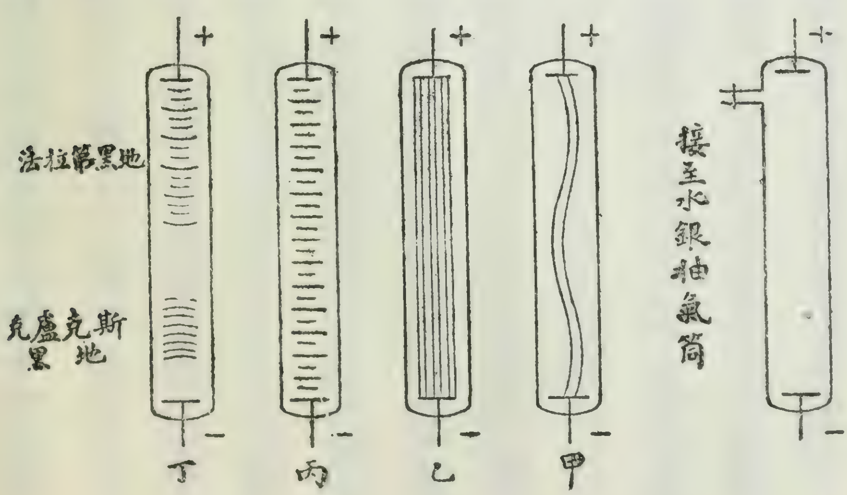
金類，碘與綠同屬鹽素類。我們看見這樣的週而復始的變遷，我們不能不疑心各種原子裏面的東西排列成爲一定的秩序。再用一個比喻來講，我們在學校裏上課，星期一上歷史地理，星期二上科學概論……星期六上生物學，星期日（或竟稱爲星期七，與我們所要表明的週期律裏的數目相符也未嘗不可）休息逛公園。恰巧，這個月的一號是星期一，二號是星期二……到了八號又是星期一，到了十五號又是星期一。倘若有一位某甲先生，他並不知道世界上有什麼星期的算法，（像這樣的某甲先生，中國還多得很咧！）可是他能夠知道各種功課之內容，從一號起，天天到學校裏來旁聽參觀，並且勤快得很，天天抄寫筆記。到了半個月以上，他把他的筆記本子拿來統計一下，他看出來：八號和一號所聽的，雖不是同樣的東西，但是都是屬於歷史地理的，九號和二號所聽的，雖不是同樣的東西，但是都是屬於科學概論的。七號和十四號兩天，學校裏都找不着一個人。於是他不能不疑心課程的排列，和日干之先後有關係。一號八號十五號都歸於一類——

星期一，這些日子裏所授的功課，都歸於一類——歷史地理。二號九號十六號都歸於一類——星期二，這些日子裏所授的功課，都歸於一類——科學概論。……總之，這學校裏邊總是有一定的系統，決不是紊亂無章的辦法。原質之性質，依其原子量之次序而發生週而復始的變遷，也是這樣的。於是我們不能不疑心這些原質裏面的東西，必定排列成爲一定的秩序，牠決不是偶然的符合。第八原質之原子所包含的物質雖較多於第一原質之原子，然而其排列的最終結果，必定等於第一原質之原子。第九原質與第二原質之關係，也是如此。於是就要引到原子裏面如何排列的問題了(見電子論節)。

真空管之試驗　以一玻璃管接於一水銀抽氣筒，管之兩端各嵌一鋁電極。將此二電極聯接於一個感應螺旋與一個電池，使電穿過此管。因爲管中空氣是不傳電的，所以沒有電可以穿過管中，所以管中無光；縱令有些微漏電之處，亦不過發生極微的之字光，從此電極而至彼電極　(之字者言其左右彎曲如之字形，

即 zig-zag 是也。)

若將管中空氣逐漸抽出，管中空氣壓力逐漸減小，則電流逐漸通行。首先發生電花，自此極跳至彼極，其次則發生略如直線之光（如圖甲），其次則分爲平行長線之光（如圖乙），又其次則變爲橫片之光，黑白相間（如圖丙），又其次則橫片逐漸減少，而負電極前發生黑圈，名爲克盧克司黑地 (Crookes dark space)，又其次，則此黑圈加大，而管中無光，但是管外發生燐光，而尤以近負電極處爲尤甚（此時管中氣體壓力在0.03mm.）。若抽氣進行不已，至於幾抵真空之時，則又無電穿過。就這一級系的試驗看來，管中空氣在呈現普通壓力的



時候，不能傳電，若是把管中的空氣完全抽去了（卽壓力小於 0.03mm. 之時，）又不能傳電。祇有在管中空氣極其稀薄之時，可以傳電。何以空氣在濃厚的時候不能傳電，而在稀薄的時候可以傳電？到是一件奇怪的事情。或者空氣在極稀薄的時候已經不是空氣的本身，另外變成一種東西。這種東西的性質，是與空氣不相同的。克盧克司曾經把這種東西叫做第四狀態的物質，比氣體還要稀薄得多；牠和氣體的比較，等於氣體和液體的比較，或液體和固體的比較。我們再研究這個傳電的自負極至正極的光線，究竟是什麼東西。

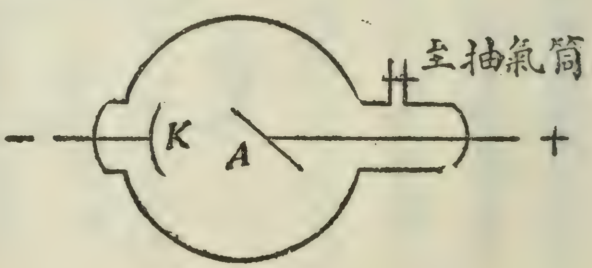
物理學家和化學家考較出來，這個傳電的光線，有下列幾種性質：(甲)牠可以在相片上發生作用，和普通光一樣；(乙)牠可以消滅金葉電表所荷載的正電；(丙)倘有重量甚輕的物件，在負極與正極之間，牠可以將此物件從負極推至正極；(丁)牠可以爲磁石所吸引而改變其方向；(戊)倘若牠與固體相碰，則固體發生燐光。上節曾經說過：若是管中氣體完全抽去了，則不能傳電，而管中無光，所以

這個傳熱的東西，必定是從氣體分子裏邊發生出來的一種物質。現在從（乙）（丙）（丁）項性質看來，牠是荷戴着負電的。於是我們斷定這個傳電的光線，是一羣聯接相依的荷戴負電的物質。這些物質，叫做負電子，或簡稱電子。這個光線叫做負極光線，或簡稱負極光。

還有一層，真空管的試驗，不一定要用空氣纔能得負極光。無論用什麼氣體，或輕，或養，或淡，或綠，都可以得同樣的負極光。足見任何氣體之原子，都可以發生電子，進一層說：電子是氣體原子之普通的基礎。

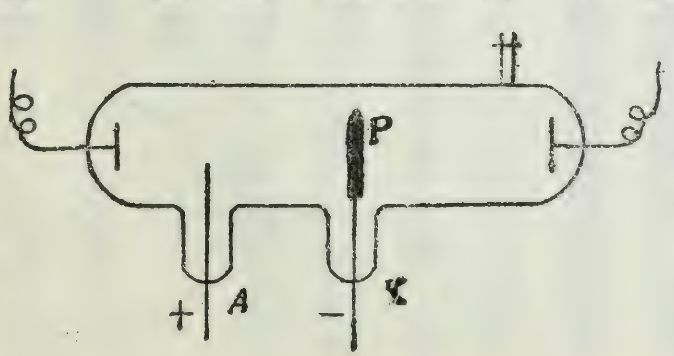
上面說過：真空管到了一定的階級，管外發生燐光，又負極光與固體相碰，亦可發生燐光。我們再研究這個燐光是什麼。發生這種燐光之最方便的器具，是用一個圓玻璃泡，泡中有一凹形負電極K，用鋁爲之，有一平面正電極A，用白金爲之。此白金板與負電極之軸，成四十五度。如此則K所發生之負極光，都聚集於A，與白金相碰，而發生燐光。因爲A是斜的，所以燐光都向與A成垂線的方向走。這

個燐光與負極光大不相同。牠可以在相片上發生作用，牠與有些物質相碰，可以發生燐光。但是牠不能爲磁石所吸引而改變其方向，牠不能消滅荷戴負電或正電的金葉電表，牠的穿透力極大。牠能穿過有機物質，就同普通光穿過玻璃一般，牠也能穿過無機物質，就同普通光穿過白紙一般。所以有機物質是完全不能遮住牠的；但是無機物質，如果是很厚的，也能夠遮住牠。若是有人用牠照相，妍媸肥瘦，老少喜怒，都照不出來，惟有幾根槎枒禿兀的枯骨頭。因爲牠的穿透力很大，牠或者不是一種物質，牠是一種極其富於能力的以太的波動，換言之，卽是浪長甚短擺度甚大的一種光。這個光叫做X光，或叫做欒琴光 (Röntgen's rays)。



設用一真空管，管內有一正電極A，有一負電極K，不在管之兩端，而同在管之中部，如圖所示。其負電極上載有一多孔的金類板P，管之兩端各聯接一電表。

將管中氣體抽至極稀薄的程度，讓電穿過，則P之左邊，發生負極光。P之右邊，另外發生一種紫色的光。這個紫色的光，和負極光與X光都不相同。電表告訴我們：左邊的負極光，是荷戴負電的，右邊的紫色光，是荷戴正電的。這是牠和負電光大不同的地方。牠的穿透力甚小，這是牠和X光大不同的地方。因爲牠是從負電極的孔隙或通管中射出來的，所以叫做通管光 (canal rays)；因爲牠是荷戴正電的，所以又叫做正極光 (positive rays)。



把這些光的性質比較起來，負極光是荷戴負電的，正極光是負戴正電的，X光是中立的。負極光是富有穿透力的，正極光的穿透力極小，X光的穿透力極大，比負極光的穿透力還要大得多。負極光中之電子體量甚小；約爲一個輕之原子體量之一千八百分之一，正極光中之微粒體量甚大，約如氣

體原子體量之大；而且隨真空管中所用的氣體爲轉移。如果所用的氣體爲輕，則其所發生的正極光之微粒體量，等於輕之原子體量，如果所用的氣體爲養，則其所發生的正極光之微粒體量，等於養之原子體量。至於X光，乃是以太之波動，故無體量之可言。X光之速率極大，負極光次之，正極光又次之。這是這些光之性質之比較。

現在我們需要一種理論的聯貫，把這些光之發源解釋出來。當真空管中之氣體極其稀薄之時，氣體的原子受了電壓的影響，分判成爲兩部：一爲負電子，一爲正電微粒。就電荷而言，兩部是相等的，因爲從原來中立的原子，創生電荷，其正負兩電必定相等，否則原來的原子不能成爲中立。但是就體量而言，兩部實在是『大相逕庭。』試說一個比喻：今有兄弟二人平分家產，各得一半，但是一人的子女孫曾，極其蕃衍，一人則孤身孑然。就人口論，則此衆彼寡，就產業論，則彼此平均。略與此類相似。經過這樣的分判之後，負電子爲正電極所吸引，往正電極的方面

走，正電微粒爲負電極所吸引，往負電極的方面走。若是負電極有隙可乘，則正電微粒穿過負電極而成上段所說的通管光。若是正電極之中，安置一塊很薄的鋁片，負極光也可以穿過這個鋁片——所謂鋁的窗子——而發見於正電極之後邊。（經過鋁的窗子的光叫做藍納光 Lenard rays）這個負極光，若與固體物質相碰——最好是金類原質，——則相碰之處，起一種以太波動之中心，和拋石於水之時，石與水相碰之處，起一種波動之中心一般。這樣發生起來的波動，就是X光。現在有人主張X光亦爲一種物質，因爲負電子與物相碰之時，得着相等的正電，所以成爲中立。但是就各種試驗結果平均計算起來，還是以X光爲波動之說，理由似乎較爲充足些。

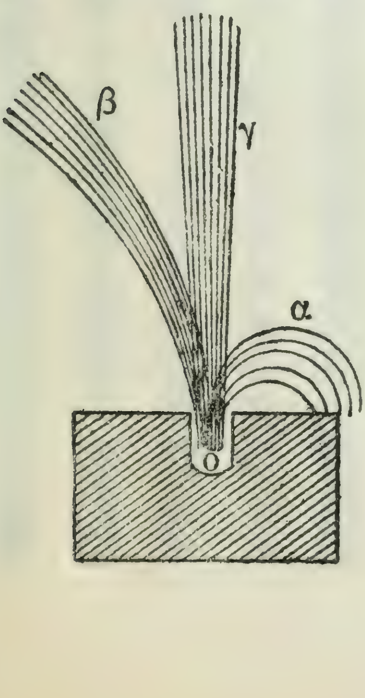
放射原質之試驗　一千八百九十六年，貝克烈爾（Becquerel）試驗X光的時候，一個最光耀的思想，到了他的腦筋裏邊。他想X光既能使一些物質——例如 $BaPt(CN)$。——於相碰之時發生燐光，有一些自行發生燐光的物質——例

如含鈾的礦物或岩石，——是否可以發生X光？從思想方法上講，因杲返行的理論，是否在此處可以適用？於是他用黑紙將黑鈾礦（一種含鈾的礦物）包裹起來，放在相片上面，再把這個相片放在暗室裏邊，過了二十四小時之後，用顯影藥水洗之，相片上果然發生黑影，與所用的礦物形式相同。足見黑鈾礦必定發生與X光相同的光，然後能够透過黑紙，到相片上發生作用。他又尋覓出來：凡含鈾的礦物，都發生這樣的光。這個光，就叫做貝克烈爾光。這樣的現象，就叫做放射。發生這樣現象的原質，就叫做放射原質。

居禮（Curie）看見有一些含鈾的礦物，比其他含鈾的礦物放射較強，而且有一種夾有雜質的含鈾礦物（黑鈾礦，）反比純粹的鈾鹽（硝酸化鈾）放射較強。因此，她推論這一種黑鈾礦裏必定攙夾着放射極強的物質。她於是做了許多勞苦而榮耀的分析，發明了一個新原質，就是現在甚囂塵上的鐳（radium 或譯作銑）鐳之放射濃度，比鈾大百萬倍，但是分量甚少，每噸黑鈾礦只含鐳小數

三七公錢（gram）。自此以後，鐳之研究愈精，而原子構造之理論，在化學裏也開闢了一個新紀元。

鐳之放射，是原子裏自動發生的工作，不受任何物理的或化學的情境之規訂。所以我們沒有方法叫牠發生，也沒有方法叫牠停止，沒有方法叫牠快，也沒有方法叫他慢。而且無論爲化合物（如溴化鐳），或爲原質，都是同樣的放射。牠也發生熱，此熱之發生，乃是亘古的能力之消耗。在鐳附近的東西的溫度，比空氣的溫度約高一度半。每一公錢鐳在每點鐘內發生一百一十八喨（calories）之熱，卽每年發生八十八萬喨之熱。若是讓一公錢鐳變完了（原質變遷說見後），須得二千五百年。在二千五百年中，一公錢鐳發生二千二百兆喨之熱，那就是說：幾乎等於一噸煤當燃燒時所發生的熱。這項熱之能力，是自鐳之原子裏邊發生



出來，不是由於原子化合而來的。

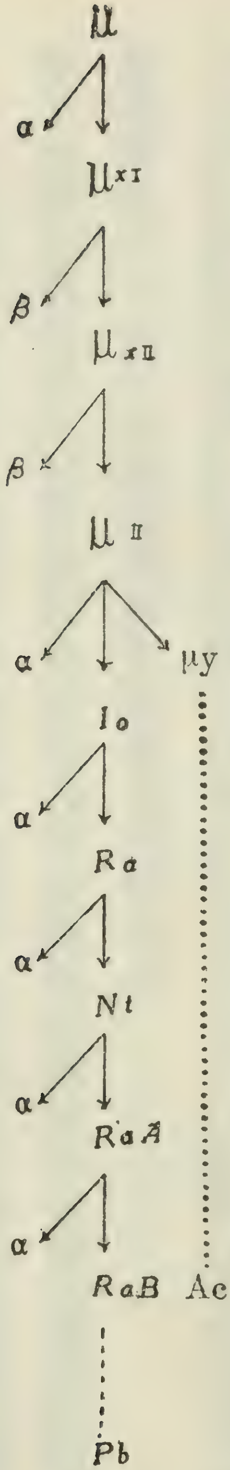
考察鐳之放射之普通的辦法，是用一厚重的鉛塊，刮一個小孔，將鐳鹽置此孔中，則其所放射之光，在下面與四圍的，皆爲鉛塊所吸收，惟向上的一縷，得以自由衝出。如此衝出的光，可以分析成三部分。簡單的分析方法，是用磁石分析。若以磁石之北極置於光之右邊，則有一部分爲磁石北極所吸引，改變其方向而向右，且其改變極多，幾成弧形（如圖α。）此部分的光，謂之α光。又有一部分爲磁石北極所排斥改變其方向而向左，但是改變得不甚利害（如圖β。）此部分的光，謂之β光。還有一部分不受影響，仍然保持其原來向上的方向。此部分的光，謂之γ光。

最奇怪不過的一層，是：從此試驗所得的α光，和真空管之試驗所得的正極光相同；從此試驗所得的β光，和真空管之試驗所得的負極光相同；從此試驗所得的γ光，和真空管之試驗所得的X光相同。於是我們知道：α光之中，是一羣聯

接相依的荷戴正電的微粒，或簡稱α粒子。β光之中，是一羣聯接相依的荷戴負電的微粒，或簡稱β粒子。γ光也是一種極快的以太之波動。諸君請看：這兩種試驗之方法，材料，範圍，都是不同的；真空管之試驗，是人爲的，放射原質之試驗，是天然的（因爲放射現象不受物理的或化學的情境之規訂）眞空管之試驗，所用的是任何一種氣體，放射原質之試驗，所用的是固體的鐳或含鐳的鹽；真空管的試驗，是屬於電學的，原來是想考察電在稀薄空氣中的作用，放射原質之試驗，是屬於化學的，原來是想考察一個赤裸裸的原質或鹽所發生的燐光。然而所得的結果，簡直花花相對，葉葉相當，豈不是一件奇怪不過的事嗎！

在試驗方面，既發生這樣的符合，在理論方面，必定要有一種解釋，纔能滿足我們求知的慾望。今試爲敍述此種理論如下：與鐳同族的原質，是永久變遷不息的。當原質變遷的時候，每個原子放射出來一個α粒子，或一個β粒子，或兩種粒子同時並行放射，於是另成一個新原質。若是放射α粒子，則新原質之原子量減

小，若是放射β粒子，則新原質之原子量仍與其母相同。若是有千萬個原子同時變遷，則必有千萬個α粒子或β粒子放射出來，聯接相依，於是成了α光線，或β光線，卽α光，或β光。當β粒子從恆河沙數的原子之中，千衝萬撞底放射出來，必定要同許多原子的外部或內部（因爲α粒子可以穿過原子之內部）相碰，於是發生以太的波動就是γ光。經過這番手續而產生出來的新原質，也是永久變遷不息的。於是牠也放射α粒子，或β粒子，其β粒子與原子相碰，也發生γ光。這樣一代一代底遞嬗下去，一直到了變成一個不放射的普通原質爲止。茲將鐳的變遷的系統——鐳的譜系列爲簡表如下：



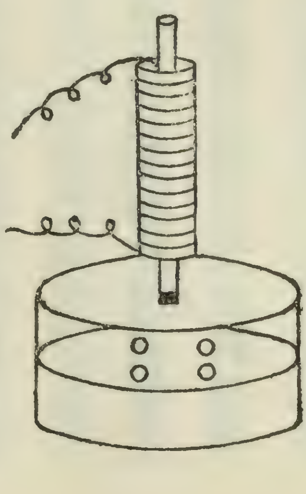
從此表看來，鐳是從鈾變來的。牠又變成氭 (Nt, niton)。氭是一種氣體，其原子量爲二百二十二，是爲氣體原質中之最重者。有些溫泉中有氭溶解其中，溫泉能够治病，多歸功於此氣體。氭又遞變不已而成鉛。

與鐳同族的，還有兩系的原質，一爲釷 (thorium) 系，一爲錒 (actinium) 系，都是發生放射現象而變遷不息的，茲不具列。

還有一層上面說過：α粒子與真空管之試驗所得的正電微粒相同，這是就其電荷及其體量之大概而言。其電荷同爲正電，其體量皆可與氣體原子量同日而語。不過真空管之正電微粒，是隨所用的氣體而不同的，鐳族原質所放射的α粒子，都是爲荷戴正電的氦 (He, helium) 之原子。所以含有鈾鐳的岩石之中，皆貯藏有氦之氣體。這是由於α粒子失去電荷而生的。

電子論與電核論　邁約 (Mayer) 用一盆貯水，水上漂若干木塞，每個木塞上插一根負極向上的磁針。離水面數寸的地方，懸一個正極向下的大磁石。因爲

木塞是漂浮的，所以負極磁針受正極磁石吸引之時可以自由行動。到了平衡之時，這些磁針都停住在一定的地位，而成一定的秩序。若是祇有一根磁針，則正當磁石之下。若是兩根，則平列磁石之下。若是三根，則成三角。若是四根，則成四方(如圖。)若是五根，則環繞磁石而成一圈。若是六根，則一根在正中，而五根環繞成圈如前。若是七根，則一根在正中，而六根環繞成圈。若是到了十根，則有二根在中心，八根環繞成圈。負極磁針愈多，則排列愈形複雜，圈的層數也愈加多，就和一層一層的蛋殼一般。湯姆生(Thomson)一直往上推算，若是到了五十八根，則排列成爲五層圈子，最外面的一層十九根，其次一層十六根，再其次一層十三根，再其次一層八根，中心祇有兩根。他創立一個原子構造的假定，說凡原子皆由許多電子在一正電範圍之中，排列集合而成。電子上的負電，與正電範圍中之正電相等。故原子是有中立的性



質。拿太陽系作比喻：正電範圍可比太陽，電子可比行星。行星繞太陽依軌道而旋轉，電子也依軌道而旋轉。各原質之原子皆由於電子之集合，故物質一元論，至此而集其大成。不過在此假定之中，所謂正電範圍，究竟是什麼東西，還沒有切實的說明罷了。

電核論　羅特弗德 (Rotherford) 考察 α 粒子穿過金類薄片而改變方向之現象，於是創立電核論，鉢耳 (Bohr) 又參用量子論修正而光大之。茲爲略述於下：

今有千百個球堆集一處，球間之空隙甚少，設有一條尖銳無比的劍鋒，可以穿過這個球堆，則當其穿過之時，經過球間空隙的機會必定很少，經過球之本身的機會很多。(試設想這樣的球是可以讓劍鋒穿過而不破的)當 α 粒子穿過薄金板之時，也是如此；牠穿過原子間之空隙的機會很少，其大部分的粒子，都是穿過原子之本身。倘若原子內部之組織是平均的，則 α 粒子必不改變方向。然而試

驗告訴我們：α粒子經過金類片之後，有一部分的粒子改變方向了。足見原子內部，有空疏的地方，有濃密的地方。他於是創立一個假定，說原子之中心，有一個電核，周圍有若干電子。電核戴有正電，電子戴有負電。不過這些電子之數目，不像湯姆生蛋殼式的原子理論所假定的那樣多而已。電子繞着電核而旋轉。前面已經說過：原子可比太陽系，電子等於行星，電核等於太陽。不過在太陽系裏邊，太陽大而行星小，在原子裏邊，電核小而電子大。電核之半徑爲百萬分之一Au（Armström units, $1Au=\frac{1}{10,000,000}mm.$）電子之半徑爲千分之一Au，原子之半徑爲十Au。但是我們不能因爲牠是如此底小而輕視牠周圍的電子，靠着牠來維持行動的秩序，因爲電子上的負電和電核上的正電必定相等。一個原子的體量，是完全依牠而成立，因爲周圍電子之體量甚微。還有放射的變遷，都是牠的肚皮裏的把戲。這電核裏邊是什麼東西呢？羅特弗德又進而假定：牠裏邊是戴着正電的氦與氫（卽輕）之原子，（這並不是氫與氦原子之本身，因爲牠們的本身，比電核

大得多，但是從這樣物質裏可以發生氫與氦之原子出來。）和一些電子組合而成。就電核的電荷而論，正負相消之總結果，還有剩餘的正電，可以中和周圍電子所戴的負電而使原子之全體，呈現中立的性質。電核裏邊的電子，叫做核電子。周圍的電子，叫做空氣電子，因爲牠們包圍着電核和空氣包圍着地球一般。尋常的化學變遷，物理變遷，都不過是空氣電子的活動。惟有放射變遷，是從電核裏發生出來的。鈾與釷爲最重要的原質，其電核中之組織，必定是很複雜的，不易趨於穩固，所以永遠發現爆烈的現象，這就是放射。當牠們放射的時候，戴正電的氦之原子成爲α粒子，核電子成爲β粒子。至於γ光，則爲空氣電子所發生。當β粒子自核射出之時，速率極大，幾乎與光之速率相等，倘與空氣電子相碰，則空氣電子必跳躍而離其本位，就同彈子受着衝撞一般，然而因爲受着電核正電之吸引，又回到原來的地方。當其跳躍之時，以太中起了波動之中心，這就是γ光之起點。

但是這個假定，也有缺陷。電子旋轉於一個週而復始的軌道，則必輻射能力

於四圍。如此則能力逐漸耗失，而軌道逐漸縮小，最後的結果，爲電子收入於電核之中。鉢耳於是參用量子論以修正之。當電子旋繞於一定軌道之時，原子之全體，是在平衡狀態之下，牠不能耗失能力，也不能吸收能力。但是電子可以自此軌道跳入彼軌道，這些軌道祇能在幾個一定的地方，方能符合平衡的狀態，不能逐漸縮小，也不能逐漸張大。所以電子之移動，是跳躍的，不是聯續的。如果電子從外邊的軌道跳入裏邊的軌道，則輻射一定分量的能力；如果電子從裏邊軌道跳入外邊的軌道，則吸收一定分量的能力。原子在白熾之時發生光份，就是電子跳躍之結果。當其跳躍之時，所吸收的或所輻射的能力爲pv。此處V爲光份之擺度，p爲布郎克 (Plank) 常數。此p之分量，是完整不能分判的，加要得整個底加，減要得整個的減；牠是光能力之單位，所以叫做量子。

這樣看來，原子的構造，是有一個短小精悍的正電核坐鎮中心，又有若干的負電子，在一定的軌道上，拱衛中樞而旋轉。電子與電核之間，都是空無一有的間地。原子量

愈大，則電核中之正電愈大，旋繞的電子亦愈多，軌道亦同時增加。電核上有若干單位的正電，各軌道中必有若干的電子——卽若干單位的負電，彼此相等，然後原子之全體成爲中立。這電核上正電單位之數，卽等於近代化學裏所謂原子數。輕之原子數爲一，氦之原子數爲二，鋰之原子數爲三。以下如此類推。空氣電子發生變動，就是普通化學變遷，電核裏發生變動，就是放射現在所的確知道的，祇有鐳族原質發生放射。但是鉀也呈現很薄弱的β光之放射或者放射——卽原質變遷——是各原質之普遍的性質，不過普通原質之放射，過於薄弱，不易爲我們所覺察而已。而且我們用別的試驗，也可以尋覓出來原質之變遷；例如用α粒子攻擊淡氣，則淡氣變爲氫與輕，所以原質可變之說，已經漸漸成爲大家公認的定論。於是講黃白術者，得着這個消息，可以奔走而相告，曰：葛洪豈欺我哉！

這是近代化學對於研究物質問題之貢獻。

在昔有名言，　一塵一世界。　世界無限塵，　塵塵皆實在。

希臘的赫拉克里圖（Heraclitus）說：『天下無物，惟有變耳。』但是這些變是由何而來呢？除非我們乾脆承認變之本身就是宇宙之本體，我們的腦裏，總要發生這樣的問題。笛卡兒以爲：物理的宇宙，惟物質與動。從靜的方面看，是日月星辰草木鳥獸種種物質；從動的方面看，是日出，月沒，辰列，星移，草木暢茂，鳥獸繁殖，種種的動。動就是空間中的變，變就是時間中的動。他又說：『給我物質和動，我可以製造宇宙出來。』宇宙中的動，是有一定的分量的，不增不減，和物質一樣。動祇能從此物質直接傳遞到彼物質，或從一物質之此部分直接傳遞到物質之彼部分，中間不能有空白的距離。（參觀物質篇笛卡兒以以太爲物質的見解。）我們祇能改變動之方向，不能增減動之分量。宇宙間動之共總的分量，總是那麼多，不過由物質互相傳遞，於是發生種種現象。而且：這個傳遞既是直接的，那麼，我們所叫做的動，都不過是自動而已。這樣看來，力之觀念，

可以取消，因爲用不着加外來的力，纔可以發生動出來。所以他以爲我們祇要把動之傳遞——簡而言之，卽是碰擊之定律——研究明白了，就可以了解物理的宇宙，無須於憑藉力之觀念。力之觀念，是初民時代從他們永遠沒有明瞭的『筋肉的力』之範圍裏邊取出來的，所以牠的本身，也沒有明瞭的意義。但是全部的動有何來源，局部的動如何支配，他仍然不免要乞靈於全威的上帝。

萊伯尼的哲學系統，是建設在他的單子（monad）上面的。他以爲：宇宙之最後的原素，就是這些單子。單子是力之中心；單子之特性爲個體與動作。牠與原子不同：原子是形而下的，單子是形而上的；原子有部分，有體積，有形式（依希臘德謨克里脫原子論而言）而單子則無之；原子是可以互相化合的，單子是各自存在的。每個單子，是一個小宇宙。牠的職務，就是動作。牠可以『使多現於一中，』這就是我們用內裏的心靈照攝外邊世界的影子。動作愈充分，則單子愈完美，於是牠所照攝的影子愈淸楚。但是生人的單子，不是純粹的心靈，牠總攙雜着有氣質在裏邊。氣質是怠惰的，是被動的，於

是單子動作之進行，因之而受其阻止。所以牠所照攝的影子，也就要隱晦不明了。受氣質阻止多的，是爲愚人，受氣質阻止少者是爲智人；完全不受氣質阻止者，乃爲至聖。

這一段性理學，與我們所要講的能力有什麽關係呢？曰，有之。他的單子，是他的哲學建設之普遍基礎；所以他的宇宙觀，是動的，不是靜的。這個宇宙觀，不但是可以應用於心理界，自然也可以應用於物理界。物理界裏邊也是有力爲動作之主司。這個力也是物理的宇宙本身固有的，不是由於外鑠的。但是我們不能覺察牠的本身；我們所覺察的，總是夾在物質一道。物質也有被動性，阻止力之動作，例如物質的抗力，不穿入性，以及惰性，都是這個被動性之表現。力之動作，就是要征服這些被動性，而發生物質之動。力之動作，是永遠有功效的。雖是有時似乎有用力而反不動的事實，例如用一種力去停止一件動的東西，然而這個時候，並不是不動，不過是全體的動變爲分子的動，使我們不易觀察出來罷了。這就同拿一元銀幣換成三百六十個銅子一般，三百六十個銅子之中，仍然還有原來一元銀幣的作用。他反對笛卡兒動量不增減之說，他要用力

不增減之說取而代之。動量是量速率而得來的，力是量速率之平方而得來的，這兩件是不同的。其實他倆都是對的：笛卡兒所主持的，現在叫做動量不滅之定律（奈端第二定律）；萊柏尼所主持的，現在就是能力不滅之定律（熱動學第一定律）。因為萊柏尼的力之觀念，是本身自有，非由外鑠，是和我們現在能力之觀念相同的。

能力之觀念，從前雖曾有人局部底或約略底想到，（例如培根以熱為動動即是能力之表現，凱爾文（Kelvin）與特脫（Tait）以為：奈端在力學範圍之中，已經知道能力不滅之原理。）但是牠實在是十九世紀之產品。十九世紀理論物理學有兩層重大的進步：一，是能力之假定，這是說：我們假定宇宙間有這樣的一個存體，為各種動作之主司；二，是能力之綜合，這是說：我們把各種不同的能力，可以融會貫通，而歸於同一的標準之下。第一層的進步，是原於潛能力之承認。從前的人也知道一個物件當動的時候，是有能力的，因為牠可以使其他的物件自不動的狀況變入動的狀況。例如一個動的球和一個不動的球相碰，則不動者也就成為動者。但是一個物件在不動的時候，也

具有能力，是不易得看得出來的。例如一瓶水放在桌子上完全不動，牠裏邊也貯藏着有能力，因爲倘若把牠放出來，牠可以衝動許多東西。我們必定承認牠有潛能力，然後牠當放出之時所發生的動作，纔可以得到合宜的解釋。第二層的進步，是原於熱和電之理論之變遷。動是能力，是從前的人所知道的，光是以太之波動，卽爲能力之表現，也是從前的人所知道的。但是對於熱與電，他們以爲是一種稀薄的物質，可以從此處搬至彼處。他們旣然把動、光、熱、電看做根本不同的東西，那又何從綜合起來呢？把熱看做能力，首先當推龍弗德（Rumford）（見下熱能力節），把電看做能力，應當歸功於法拉第（Faraday）（見下電能力節。）自此以後，我們旣知道這些存體都是能力，不過表現的方面不同，於是我們就可以用適當的單位當標準，而可以『一以貫之』了。科學裏所用以權量能力之標準單位爲一俄（erg），一俄爲升起（與地心吸力相反）九百八十一分之一公錢重量的一個物件至一公寸之高的時候所需要的能力。

（一）能力之種類

各種能力，雖是根本相同，然而因爲表現程式不同，可以發生極大不同的現象，我們並且用不同的單位去權量牠。現在就依這些現象之不同點立論，把牠們分爲動能力，潛能力，熱能力，電磁能力，化學能力來講。

動能力　這是一個物件動的時候所具有的能力。牠是依此物件之體積與其動之速率而規定的。例如台球上的球，當動的時候，若是球之體積大，則其動能力大，若是球動之速率大，則其動能力亦大。我們所用以權量動能力的公式，爲$\frac{1}{2}mv^2$。m爲體積，v爲速率。此記號所代表的，卽爲此球與他物相碰的時候所生之工作。至於光爲以太之動，聲爲空氣之動，都是動能力。

潛能力　凡物不動的時候所有的能力，謂之潛能力。牠是依此物之體積和地位而規定的。例如一盆水，在高的地方，潛能力較大，在低的地方，潛能力較小。當水自高處流至低處的時候，潛能力卽發現爲工作。我們所用以權量潛能力的公式，爲$2gh$。g爲地心吸力，h爲此物所在的地方與其所欲達到的地方之間之距離。又如

鐘表中之發條，當收緊的時候，也具有潛能力，離其鬆解時之原處地位愈遠，則其潛能力愈大。

熱能力　培根雖曾根據許多生熱的試驗，用他所注重的歸納方法，而判斷熱爲微點之劇烈的動，但是以熱爲物質之理論，仍然盛行了一百多年。這個理論以爲：熱是一種稀薄的流動物質，和水一般。當傳熱的時候，乃是熱之物質自高溫度的地方，移到低溫度的地方，和水自高處流至低處一般。到了十九世紀初葉有龍弗德者，做兵工廠總監，他看見用銅柱鑽刮成爲礮筒之時，礮筒和銅屑的溫度都加高了。他於是疑心這銅上的熱是從鑽刮的時候所受的磨擦而來。他做了許多試驗，證明這熱不是從銅裏出來的，也不是從周圍空氣裏出來的。於是他斷定：熱是從磨擦的動變來的，祇要動之供給是不斷的，熱之發生也是不斷的；動是能力，熱也是能力。同時達斐（Davy）也做了一個最有效果的試驗，證明熱是能力。他用兩塊冰放在冰桶裏，桶外用鹽冰水圍之，使桶內之溫度，永在零度以下；再將桶裏的兩塊冰互相磨擦，

於是冰皆溶化成水。冰溶化成水，是要吸收熱的，凡桶外之熱皆消受於鹽冰水之中，決不能送熱與桶內之冰，使溶化成水，而至零度以上的溫度。所以：就此冰所吸收的熱而論，除磨擦以外，別無他項來源。於是『熱爲動能力』之理論之基礎，更加穩固了。其後朱爾（Joule）又做了許多試驗，找出來熱與動之分量的關係，有多少動，就發生多少熱，是一定不移的。朱爾的試驗，在現在物理教科書裏邊，仍然佔據極重要的位置，誠然是應該的。這樣看來，熱就是動；不過平常的動，是體量較大的物件之動，熱是分子或原子的動，磨擦生熱的理由，不過是大部分的動，變成小部分的動而已。

電磁能力　十六七世紀的人，看見有些物件經過磨擦之後，可以吸引重量甚輕的東西，就同磁石吸引鐵末一般。於是他們以爲這些物件，當磨擦的時候，上邊發生有電。這樣發生的電，有濃淡之不同。凡與有電的物件相接觸者，其本身亦卽有電，足見電是可以轉移的，於是他們又以爲電是一種無重量的稀薄流體。到了十八世紀之初，有都法（Du Fay）者，看見玻璃經磨擦後所生的電，和松香經磨擦後所生

的電，大不相同，凡爲玻璃上的電所吸引的東西，皆爲松香上的電所排斥，反之亦復如是。足見磨擦所生之電，不盡是吸引的，但是也有排斥的。於是他以爲各種不同的物件，經磨擦而生電，不是有濃淡之不同，但是有正負之不同；換言之，不是等級的問題，乃是類別的問題。這就是正電負電之觀念之濫觴。十八世紀中葉，有撓烈(Nollet)者，創造對流之理論。他說：當磨擦生電之時，有兩種極稀薄而可燃燒的流體，對面流動。一個物件所失於順流的，可以取償於逆流。凡重量甚輕的物體，在電流之附近，則爲順流所收引，或爲逆流所衝散。此種理論，在當時曾經博得多數人的贊同。然而不到十年，又有佛蘭克林 (Franklin) 者研究來丁瓶(Leyden jar)之現象，而創造單流之說來代替牠。來丁瓶，是一個玻璃瓶，裏邊有錫片襯着，外邊也有錫片包着。當我們用正電注 (charge) 到裏邊錫片的時候，外邊的錫片，受了感應的作用，也具有着電的現象：其貼近玻璃的一面 (卽與裏邊錫片上正電相近的一邊，) 成爲有負電的；其呈露於空氣的一面 (卽與裏邊錫片上正電相遠的一邊，) 成爲有正電的。這外

面的正電，可以用傳電體傳到地球上去，於是只剩着負電與瓶裏邊錫片上的正電兩下相持，而裏邊錫片上的正電，可以盡量增加，比平常一塊錫片可以貯蓄較多的電。所以這樣的器具，叫做凝電器(condenser)。就來丁瓶外邊錫片而論，當受感應之時，同時在兩面發生正負不同的電，並不是順逆不同的兩種電流對面流動，實在是一種電流與裏邊錫片上的電流同一方向流動。試設想裏邊錫片上的電流，其方向是自內向外的，牠可以使外邊錫片的電流，都自內向外流出。(他相信『中有距離』的動作是可能的，所以雖是中間隔着玻璃，並不妨礙。) 於是外邊錫片之外面，加了若干電流的資料，其貼近玻璃的一面，減少若干電流的資料。原來所謂順逆二流，現在變成加減二號了。(據百科全書：佛蘭克林以爲來丁瓶之現象，是裏邊錫片上的正電轉移到外邊錫片上，據懷特克(Whittaker)電與以太的歷史，佛蘭克林仍相信玻璃是不能讓電流通過的。)

法拉第看見若把兩個磁石不同的極，擺在中有距離的地位，兩極之間，灑以鐵

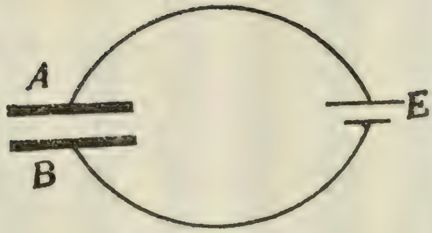
屑，則鐵屑排列成爲一條一條的線，從此極達於彼極。他又看見當時有『以太爲有彈性的固體』之理論，他根本懷疑『中有距離』之動作之可能，他於是構造起來一個電力管的觀念。這個電力管之觀念，可以說是現在電磁學中之脊椎。試略爲敍述於下：

今有鐵板兩塊，層列於此，中間隔有空隙，可以安置物件。上邊一塊鐵板上，可以增加重量而使壓力加大。倘若中間所安置的物件是固體，則當壓力加大之時，此固體裏邊受了一種張力(strain)，使各部分不能佔據原有的地位；同時此固體的本身，起了一種弛力(stress)，使改變的部分，要回到原來的地位。換言之，牠是有彈性的。倘若中間所安置的物件是流體，則當壓力加大之時，此流體裏邊也受了一種張力，要改變其形式，但是此流體的本身所起的弛力很小，縱令發見，也不過表見爲滯力(viscosity)，不足以與張力相持，故隨張力而改變其形式。換言之，卽傳遞原來的壓力於各方，而向各方流動。在電學試驗之中，也有兩種材料，一是傳電物，一是不傳

電物。傳電物可與流體相比，不傳電物可與固體相比。今有二塊銅板，其排列之方法如前，上板注以正電，下板注以負電。如此則二板之間，發生電壓。倘若中間所安置的是傳電物，則直接讓電力通過而電壓減少，就同流體傳遞壓力於各方，而向各方流動一般。倘若中間所安置的是不傳電物，則電力欲自上板傳至下板，而此不傳電物呈現一種抵抗的力量，要恢復原來無電壓時的狀況，就同固體受着壓力的時候，裏邊發生張弛相持之現象一般，於是發生一條一條的電力管，有如磁石兩極之間之磁力線。當此之時，此不傳電物受着電力（卽電張力）之偪迫，與在平常狀況之下者不同。所以牠可以旋轉極光；又電壓過大之時，可以發生電花，這兩層事實，都是牠受着電力偪迫之證據。這樣的電力管，不但是在一班不傳電物如玻璃，松香，空氣，——裏邊可以成立，卽在真空以太裏邊，也可以成立，因爲以太在別的地方，可以呈現彈性和其他固體一樣，在這個地方，也可以呈現不傳電的性質，和其他不傳電物一樣。依法拉第此種理論而言，當傳電物傳電的時候，並不是傳電物的內部有什麼

電流在那裏流動，乃是在傳電物周圍附近的不傳電物（此不傳電物在常例中卽爲空氣）裏邊起了一種電力的偪迫。電能力之傳遞，乃是在傳電物之周圍，而不在傳電物之內部。

馬克斯維耳更進一層，而構造移換理論（displacement theory），由移換理論，演繹而成光之電磁的理論，說明光與電磁之同性。今試以AB兩塊銅板而言，以二銅絲聯接於一個電池E之兩個電極，A受正電，B受負電。倘若AB之間是傳電物，



則此組體中有一聯續不斷的電流。倘若AB之間爲不傳電物，則AB之間，發生上段所說的電力管。在這些電力管中，有正電自A移換至B，但是不傳電物有一種反動，將正電自B移換至A，前者是電之張力，後者是電之弛力。二者相等，然後電流不能通行。何以見得這不傳電物中有這樣的反動的移換呢？因爲倘若我們截斷電池之聯接，則發見一陣自B至A的電壓，這是用測電表可以

考察出來的。這樣反動的移換，不能發生於傳電物之中，祇能發生於不傳電物之中，(包以太而言，)和恢復原狀的彈性，不能發生於流體之中，祇能發生於固體之中，可以互相比較。

ＡＢ之間，既爲電力管所分布，其中張弛二力相持，故不發生其他電磁現象。倘若使ＡＢ移動，——試說依ＡＢ平面而行動，則ＡＢ之間之電力管，亦隨之而行動。於是ＡＢ之間之以太，經受電磁的擾動，而正反雙方的移換電流，因之而交互發現。傳電物中之普通電流在動的時候，發生感應的現象，不傳電物中之移換電流，在動的時候，也發生感應的現象，於是發生電磁的浪動。而且如此發生的電磁浪之速率，與光之速率相等；足見光與電磁之性質相同，牠倆皆爲以太之波動。於是光學與電學，以前曾爲區域不同的科學，現在可以聯貫起來了。而且這種理論，又可以解釋光之許多部分的性質：如傳電物多不透光（例如金屬，）不傳電物多能透光（例如玻璃松香，）因爲傳電物不能有恢復原狀的『電彈性，』所以不能發生浪動；此種

『電彈性,』惟不傳電物有之。又如極光可以受磁力的吸引而旋轉。又如一物所發生的光份若經過磁力範圍,則分散而加多(所謂徐門的影響 Zeeman's effect)。又如一物之折光指號和他的電磁感應性有分量的關係。又如赫爾慈浪(卽無線電浪)表現返光折光的性質,與普通光浪相同。這都是馬克斯維耳理論之證據。

法拉第和弗打(Volta)又做過一些電化學的試驗,尋出電能力與化學能力的關係。凡鹽或酸或鹼之溶液,經受電解——卽電流通過鹽或酸或鹼之溶液——之時,其兩極所停積的物質之分量,依電流之分量而規定。而且一個酸根或一個鹽基根停積之時,所需的電流之分量,與其化合價有關係,這就是法拉第電化等量之定律。從這些試驗,我們知道電能力可以變爲化學能力。弗打又創造電池,所謂弗打池(Voltaic cell),用鋅溶化於硫酸,而發生電流。從這個試驗,我們知道化學能力可以變成電能力。至赫耳姆毫斯(Helmholtz)與亞綸尼斯(Arrhenius)遂創設電解理論。他們說:凡鹽,或酸,或鹼溶解成爲溶液之時,分成兩部分的游子(ions 或譯電

離子或譯伊洪）一部分戴有正電，一部分戴有負電。當電流通過之時，戴正電者停積於負極，戴負電者停積於正極。所謂游子，就是戴電的原子，或戴電的根。現在姑且祇就原子來講，一個原子變成游子之時，所戴的電，有一定的分量。一個單價原子所戴的電，可以算做電能力之自然單位。因爲我們不能分判原子，所以也不能分判這麼多分量的電。這一件事實是很重要的，因爲牠引起下段所陳述的電之原子的理論（atomic theory of electricity）。

近來湯姆生及拉謨（Larmor）根據真空管及放射化學之試驗，又創造所謂電之原子的理論。戴有負電的電子（以下皆簡稱電子）是構成原子的基礎，所以凡物質中皆有電子。電子也可以單獨存在，牠在空氣中並且常爲蒸汽凝結之中心。普通固體之中，也多少有自由存在的電子。溶液中的游子，是一個原子（或一個根）增加一個電子，或減少一個電子；增加的叫做負游子，減少的叫做正游子。各種化學變遷，都是原於這些電子之活動。所謂電流者，是傳電物原子中之電子都傾向於一

方。所謂電壓者，是在不同的地方，電子有不同的密度。所謂電注 (charge) 者，是增加電子或減少電子而已。這個理論有雙層的重要：第一是陳露電能力之分個的性質，牠和光之量子一樣，是可以割成片段，不是混然一塊的。第二是能力與物質之合一，電子是單位分量的電能力，同時牠又是物質原子構成的材料。但是這樣的電之物質觀，與以前單流對流理論，把電看做極稀薄的物質，是絕對不同；大家切莫以爲這是復古的舉例呀。

化學能力　以二物相和，可以得三種不同的結果：一是攙合；例如沙在土中，水在油中。這是教科書裏所叫做的物理的結合；所成的物件，叫做混合物。當這樣的結合之時，沒有什麼能力之表現。但是水和油兩種東西，倘若是極細微點之攙合，成爲乳液 (emulsion)，則二者交接之面積上，亦有一種能力，謂之面積能力。第二是溶解；例如糖在水中，鉛在金中，可以成一種勻靜無瑕的物體，叫做溶液。溶液一類，與其教做混合物，無寧叫做化合物，不過不是穩固的化合物罷了。當這樣的結合之時，有的

要發生能力，有的要吸收能力，但是總有能力之表現。第三是化合；兩種東西經過化合而成第三種東西，與原來的兩種東西性質絕不相同。這就是教科書裏所叫做的化合物。當這樣的結合之時，往往有甚大的能力之表現。有的要吸收能力，例如淡與養化合而成淡養化合物；有的要發生能力，例如輕與養化合而成水，炭與養化合而成養化炭。然而以發生能力者爲較多。當二物化合之時，如果吸收能力，我們可以易於看出：他們所吸收的能力，就是用在化合牠們的工作裏邊；如果發生能力，則爲一較耐尋繹的問題。卽以炭與養化合而成二養化炭而論，牠倆必需用能力，來完成此化合之工作，不但如此，牠倆並且還有很多剩餘的能力，發生出來而變爲熱與光。這些能力，是從什麽地方來的呢？牠必定是從炭與養之原子裏邊來的。這就是炭與養之化學能力。牠倆原來貯藏多少化學能力，我們不能知道；我們祇能知道牠倆化合的時候，發生多少能力出來；我們因此又能知道：二養化炭裏邊所貯藏的化學能力，比原來炭和養裏邊所貯藏的，減少牠倆化合時所發生的分量。若是將來把二養化

炭分析還原成爲炭和養二種原質，又要將化合之時所發生出來的能力吸收進去。倘若兩種原質化合而成一個化合物之時吸收能力，則當此化合物分析之時，也必定要發生同量的能力出來。火藥炸力之大，其一部分的原因，就是因爲淡養化合物分析之時，發生很多的化學能力，而變成熱。我們日常生活中所用的能力，無論爲熱、爲光、爲電，都是從有機物質——煤與薪木——裏邊的炭與輕，和空氣裏邊的養，所貯藏的化學能力，變換而來的。

又如一個原質的分子裏邊，有幾個原子，所謂多原子的分子，例如輕、養、淡、硫（輕養淡之分子中有二原子，硫之分子中有八原子，）也要有一種能力來維繫牠們。倘若要把牠們撤開，也要需用能力。這個能力，叫做分子內部能力。分子內部能力，也應該歸於化學能力一類。因爲化合物裏邊，是不同樣的原子之結合，這樣的原質分子裏邊，是同樣的原子之結合，並沒有其他根本上的區別。

（二）能力之性質

科學中既假定能力爲一種存體，同時必定給予能力以一些基礎概念，換言之，卽能力之性質。茲且列敍於下：

（1）能力能生工作　能力乃是發生工作的一種主司，而且這種主司之分量，就是由權量工作——他所生的效果——而得來的。無論何種能力，均有發生工作之可能。動能力能發生工作，乃是顯而易見的。例如臺球上的球，當動之時，可以使不動之球遇之而動；此第二球之動，卽是第一球動能力所發生的工作。潛能力亦可發生工作；例如表中發條，當紐緊之時，中有潛能力，至發條逐漸鬆解之時，可使表中機械行動；此機械之行動，卽是發條之潛能力所發生的工作。火車頭上之蒸汽，能使火車行動；此火車之行動，乃是蒸汽之熱所發生的工作。電動機能使機械運動；此機械之運動，乃是電動機中傳來的電所發生的工作。礮筒中火藥燃炸，能使礮彈射擊；此礮彈之射擊，乃是火藥之化學能力所發生的工作。照相鏡中影片上的銀鹽，受過光之刺激之後，卽行析解而生銀；此銀鹽之析解，乃是光能力所發生的工作。能力好像

資本工作好像交易;我們看見交易之暢行,可以推到資本之活動,我們看見工作之產出,可以推到能力之主持。

古力學中力之觀念,不及近代力學中能力之觀念的地方有二:(A)力之觀念,雖可以解釋一部分動的現象,然而力是已經發見出來的,不像能力是隱而待發的。力是實在,能力是可能。若云力能生動,則水何以自流而生動,火藥何以因甚小的刺激,而生甚大的爆炸,均不能得圓滿的解釋。(B)力之觀念,不能離物質而獨立,能力之觀念,可以脫離物質之範圍。不過對於這一層,有人以為:能力論過於發展,恐怕漸流於虛妄,就是因為牠是可以離物質而獨立的。總之,能力者,乃是一個理論的存體,和物質一樣,也有人把牠叫做具體的觀念。不過我們在日用科學裏邊,須得假定牠的存在,然後可以聯合事實,以盡其預測將來之責任。但是這樣的假定,雖是出於主觀的構造,然而必定又依附客觀的事實。所以朋加烈說:牠雖是共認的 (conventional),然而又不是強訂的 (arbitrary)。

(2)能力可移　自此條以下三種性質，是與物質相同的。能力之可移，是極明顯的。試以一熱物與一冷物相遇，則熱者漸冷，冷者漸熱，至相等時而止，就是熱自熱物向冷物之移動。北平發電，可至廣東，太陽發光，可至地球，這都是能力可移之無限舉例中之一二舉例。

(3)能力可變　能力之此項性質，前章已經說到。我們因爲知道能力可以互相變換，我們把不需要的假定的理論的存體減少許多，好像宗教裏邊，由多神變成一神一樣。現在卽就電弧燈作一個舉例而言，電燈廠的汽鍋爐中燒煤，使水沸騰而成蒸汽，乃是煤裏邊與養氣裏邊的化學能力變爲熱。蒸汽機因蒸汽澎漲而生旋轉的動，乃是熱變成動能力。倘若用水磨電機，乃是水之潛能力變成動能力。生電機中因爲磁線之割切而生電，乃是動能力變成電。此電傳到電弧上面，因爲空氣之抵抗，於是生熱、生光、生聲，乃是電變成熱與光與聲。足見動能力，潛能力，熱能力，電磁能力，化學能力，光能力，聲能力，都可以互相變換，不過要看在何種情境之下，方纔發現爲

何種能力而已。

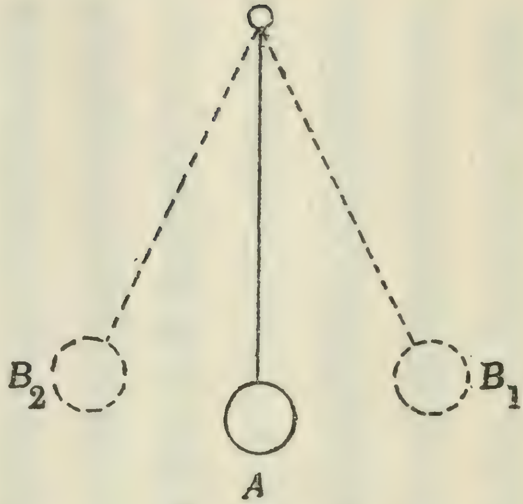
這一層知識之獲得，不但是從性質之研究而來，實在是分量之研究，要居最大的功勞。此種分量的研究，當然也和下段所說的能力不滅一層性質，有極其重要的關係，因爲可變與不滅兩層本是互相銜接的性質。我們要推崇龍弗德和達斐，因爲他們做了礮筒之試驗，和冰之磨擦之試驗，發明了熱與動能力之互變。要推崇朱爾，因爲他發明了熱之動的當量，使我們知道熱與動能力之分量的關係。要推崇法拉第，因爲他做了電磁感應的試驗，使我們知道電與動能力之互變。要推崇馬克斯維耳，因爲他發明了光與電磁之同性。要推崇法拉第和弗打，因爲他們發明了電能力與化學能力之互變，與其分量的關係。要推崇柏特烈(Berthelot)，因爲他做了許多熱化學的試驗，使我們知熱與化學能力之互變及其關係。要推崇力學中鐘擺記時之老試驗(見下段，)因爲牠可以證明動能力與潛能力之互變，與其不滅之性質。

我們試看那一樣物理現象，不是能力的變遷？所以我們可以說：化學是完全研究物

質之變遷的物理學是完全研究能力之變遷的。

(4)能力不滅　上段已經說過，能力可以互相變換，此段是說能力有永存之性質，雖當變換之時，也是不增不減的。這就是熱動學中第一定律。此定律之條文是：一個孤立的——卽不與外物相接觸的——組體中之能力，不生不滅。若用舉例說明，最好是用我們的老當益壯的鐘擺試驗，來承當這個職務。當鐘擺從A到B_1的時候，牠的動能力逐漸減少，牠的潛能力逐漸加多。到了B_1點，牠的動能力是零，牠的潛能力是與牠在A點時候的動能力相等。及鐘擺自B_1回到A的時候，牠的潛能力逐漸減少，牠的動能力逐漸加多。到了A點，牠的動能力加到原來的價值，牠的潛能力是零。但是在此試驗之中，潛能力之記算，都祇就此試驗之情境而言；若將懸線割斷，鐘擺墜落之時所發生的潛能力，不在此列。及鐘擺自A至B_2的時候，牠的動潛二能力之變遷，和自A至B_1時一樣。及鐘擺自B_2到A的時候，牠的動潛二能力之變遷，又和自B_1回A時一樣。於是完全了一個循環的途徑。倘若鐘擺與其懸線是一個孤立

的組體，則以上所說的變遷，周而復始，可以永擺不休；換言之，即是中古哲學家所夢想的永行的機器。但是鐘擺總得要掛在一個釘子上，釘子因磨擦而消耗能力；這個



釘子又得要安置在別的東西上，別的東西又得要安置在別的東西上；而且鐘擺周圍，都是空氣，空氣與鐘擺磨擦，也要消耗能力。所以鐘擺不能永行，逐漸減少其振幅，——即B_1B_2之間之距離逐漸縮小——底於不動之時而止。我們無論如何，不能得一個絕對孤立的組體，來證明能力不滅之原理，但是就此項試驗而言，牠可以使我們信從此項定律之真實罷了。

設若以K代一組體之動能力，以P代一組體之潛能力，K增則P減，K減則P增，無論在何時，K與P相加之總數，是不變的。K依動之速率而定，P與速率無關，僅依其地位而定。然而能力既是未曾發見的可能性，我們安得而權量，我們所得而權

量的，乃是已經發見的工作。工作乃是能力之函數，不是能力之本身，而權量的結果，又不能證明能力之絕對不滅（例如鐘擺試驗）。然此猶是就純粹力學而言，若在化學電學範圍之中，不但計算全體的動，還要計算分子內部的動，那就更複雜了。設若以K代動能力，以P代潛能力，以i代分子內部能力此分子內部能力，或爲熱，或爲電，或爲化學能力。則能力不滅之公式，卽成爲 $K+P+i=C$，此C爲不變之常數。試以戴有電荷的物點而言，這些物點之互相吸引之能力，——靜電能力——祇其所戴之電荷而定（在上公式中應爲i所代表）。然而當此物點行動之時，此物點之動電能力，又依其地位及速率而定。我們不能將此三項能力分開而權量，又何從知道牠們的總數是絕對不滅的呢？所以拉莫耳說：我們祇能說在此組體之中，總有一件東西是不滅的。這一個東西，我們教做能力。

（5）能力自不平漸趨於平　這就是熱動學中第二定律。此項定律，可以從不同的方面，用不同的言詞來陳述牠，並且可以有不同的名稱，表現不同的面相，雖然

牠所根據的原理，是同一的。牠叫做『無用能力之變換』之定律 (law of entropy)，又叫做『能力之消耗』之定律 (law of dissipation of energy)；又叫做最少主動之原理 (principle of least action)；又叫做最多工作之定律 (law of maximum work)。牠又因爲研究的人不同，而有不同的名稱，牠叫做加耳腦之原理 (Carnot's principle)，又叫做漢密耳敦之原理 (Hamilton's principle)，又叫做克勞西約之原理 (Claussius' principle)。此項定律之條文，可以敍述如下：

凡一組體當t_0 (t爲時間) 時在A，當t_1時至B，此組體自A至B之變遷，必定經過最短捷的途徑。換一句話說：此物之能力，當變遷時，所發生的工作，總是最大的。例如機器用熱生動，有一部分的熱，消耗於各部之磨擦，而不能化爲有用的工作。這一部分的消耗，乃是不可再少的數目，故其所得的有用的工作，乃是在此機器所居的情境之中，是不可再多的數目。再換一個說法：凡一組體自高溫度T_1降至低溫度T_2之時，發生出一些工作 (有用的)，若將此工作復變成熱，歸入此組體，牠不能

使此組體之溫度自T_2復升至T_1。倘若要使此組體之溫度自T_2復升至T_1，除將其所發生的工作變回成熱而外，必定還要從外邊另加能力到此組體裏邊。因爲：此組體之溫度自T_1降低至T_2之時，有一部分的熱，消耗於磨擦，成爲無用的工作；所以我們不能利用這一部分已經消耗的能力，去使此組體之溫度自T_2復升至T_1。再另從一方面來講：凡一組體經受循環的變遷之時（卽溫度漸降使熱變成工作，又將工作變還成熱，使其溫度升高）每循環一次，必定消耗能力若干，並且在其所在的情境之中，此若干的消耗，是必不可少的分量。所以第二次T_1與T_2之距離，較小於第一次T_1與T_2之距離，第三次T_1與T_2之距離，又較小於第二次T_1與T_2之距離，一直到了T_1與T_2相等的時候爲止。所以這條定律，也叫做能力消耗之定律，這也就是自不平漸趨於平。中古哲學家費盡腦力，想構造永行的機器，然而總不能『告厥成功。』自發明了這個原理，我們就可以了解他們何以終歸於失敗。但是這個原理，也並不是用完全的試驗，得了絕對的證明。因爲這裏也有一個困難，同上節所遇的困難，是一樣

的——就是我們不能得一個孤立的組體來做試驗。不過凡我們所能做的試驗，都往『此原理是真實的』一個方向上引導。我們因此而信從此項原理是真實的。科學卽以此項原理爲基礎，而預測一切物理化學的變遷，也不知道已經供給多少寶貴的收穫了。

(三)宇宙能力之問題

倘若我們把宇宙的全體，當作一個有限的孤立的組體，依熱動學中兩個定律觀察起來要得一個費解的問題。依第一定律說，宇宙間所有的能力，是不生不滅的。依第二定律說，當能力每次變成工作之時，必有一部分消耗於磨擦，歸於無用，於是其所能變成的有用的工作，逐次減少，到了最後的一次，就沒有有用工作之可言。我們再換一個說法來講：凡能力必凝集於一處，方可發生有用的工作；那就是說：一物所有的能力，和週圍之能力之差數，必定很大，纔能發生有用的工作。例如一個火車頭中蒸汽之溫度，比週圍空氣之溫度約高百餘度（過熱之蒸汽溫度在百度之上）蒸汽之壓力，比

週圍空氣壓力，約高百餘倍。這就是說：蒸汽能力和空氣能力之差數甚大，所以能夠叫偌大的火車一點鐘跑一二百里，——發生有用的工作。反之當夏天潮濕的時候，空氣裏邊的水蒸汽，也是很多的，然而牠祇能發生出來一種不受歡迎的濕熱，不能變成有用的工作；這是因爲水蒸汽之溫度壓力，和雜在一處的空氣之溫度壓力，無甚區別，所以沒有工作可以發生。所以同樣多的能力，分布於各處，與凝集於一點者不同。然而能力的趨向，是自凝集漸趨於分布，——自不平漸趨於平。宇宙間的日月照臨，雷電交作，風來花自舞，春入鳥能言，兵士衝鋒，車夫趕路，文人構思，謀士畫策，都是能力自不平漸趨於平的時候所發生的工作。能力必定要在不同的平面上，方有發生工作之可能。若是宇宙間之能力，永遠不斷底截長補短，自不平漸趨於平，則將來必定有一個時候，宇宙間之能力，通同在一個平面上。到了那個時候，宇宙之全體都是冷的，也可以說都是熱的，便無工作之可言了。這樣的結論，當然不是以宇宙爲美的人所歡迎的。這還不過是往以後推論的結果，若是往以前推論，也有不易了解的問題。宇宙間之各種工作，都

是自高平面降至低平面，而且平面逐漸減少，則宇宙『最初』的時候，必定有極多的平面，其中有最高的高平面，有最低的低平面。這樣的宇宙，和以上所說的溫度同一的宇宙，同是一樣底不可思議。

這個困難之解決，有下列五種：

(1)把宇宙當作無限計算。以上所說的困難，是由於我們拿宇宙當作割裂的個體——卽孤立的組體——計算。須知宇宙是無限的，這樣的計算就根本不能成立。倘若我們想用這樣的計算來推測宇宙，等於以孩童的不倒翁來推擇大人的行動，未免野心太大了。這是司賓塞爾的意見。

(2)在這個物理的宇宙之外，另外還有一個非物理的宇宙，這個宇宙裏所消耗的能力，那個宇宙裏可以供給出來。簡單說起來，物理的宇宙，是消耗能力的，非物理的宇宙，是創造能力的。物理的宇宙，是必定的，是我們所能够知道的，非物理的宇宙，是自由的，是我們所不能知道的。這個宇宙，或者是在我們的宇宙之上，或者是在

我們的宇宙之間。前者就是宗教家的上帝，後者就是創化論家的生命。

（3）宇宙之中，雖有能力消耗之進行，然而是極其緩慢的，——緩慢到不可計算的程度。試以太陽系一個小範圍而言，太陽亙古失熱於空中，地球所分受的不過二千兆分之一。依其失熱之速率計之，則每年必低數度，卽千年應低數千度。然自有人類歷史以來，太陽之溫度仍然在六千度以上。那麼，太陽所失之熱，必定有地方可以補償。但是這個補償的能力，究竟從什麼地方來的呢？一說：太陽裏邊的原質與養氣化合，以化學能力變換成熱以補償之。若依此說，則太陽面積之每平方英尺，必定每天燒二十噸煤，纔能夠補償太陽所失的熱。縱令太陽全爲煤——炭輕化合物——構造而成，有幾千年的工夫，也應當燒完了。而況太陽還不全是炭輕所構成的呢（太陽面積爲五十九萬兆方英里）。一說：流星隕石，挾其所有的熱，霣落於太陽之上，可以補償太陽所失之熱。若依此說，則太陽每天所收集的流星隕石，合攏起來，必定同月球一樣大，纔能夠供給這樣多的熱。據天文家所觀察的，又決沒有這麼一

回事。所以以上兩說，都是不足深信的。一說：太陽當失熱之時，其中微點，必定收縮，微點收縮，必須吸收能力。太陽所失的熱，就是供給這個能力的。微點既經收縮，則太陽體積逐漸縮小，其所吸收的能力，不能爲此較小的體積所容納，於是又化爲熱而散出。就此熱而言，太陽失之，太陽得之。所以太陽亙古失熱，而溫度亙古不變。其他恆星之失熱，或者也是和太陽一樣的。宇宙能力之消耗，不過是杞人憂天一樣的過慮罷了。

(4)放射原質，當放射粒子而變換原質之時，發生熱能力出來。此項熱能力，是從原子裏邊出來的。上篇曾經說過：一公錢鐳之變換，可發生二千九百兆啝之熱：(每一公錢之鐳，每點鐘發生熱一百三十三啝，鐳之壽命爲二千五百年，故得如上數；)太陽雰圍中有鐳，已經由分光鏡之分析斷定了，不過分量很少，其所發生的熱，萬不足補償太陽所失之熱。但是我們不要忘了太陽的溫度，比地球高六千度。在地球上不變的原質，在太陽裏邊，也許有發生放射的性質，和地球上放射原質一樣底

變遷。如果這是可能的，則太陽所失於無限大的天空者，可以取償於『無限』小的原子。於是太陽成冰之危險，可以免除了。

太陽相距太遠不易考察，我們姑且先考察我們所住的地球。地球和太陽一樣，也失熱於天空。依司特洛脫（Strutt）與喬烈（Joly）之試驗與計算，地球不但不得逐漸變冷，並且要逐漸加熱。地殼中各種岩石，都含着有少數可以生熱的鐳。祇要五十英里厚的地殼含着有鐳，與他所曾經考察的岩石具有相同的成分，則此五十英里厚的地殼中的鐳所發生的熱，已經可以補償地球所失於天空的熱。倘若地心裏的鎔石，也含着有鐳，則地心之鐳所發生的熱，必定使地心溫度加高，因爲地殼傳熱是極緩的，不能將來自地心的熱完全消散出去。喬烈並且算出：祇要地心鎔石含有一兆兆分之二的鐳（此數已經比地殼含有鐳之成分較低）在一百兆年中，這樣甚小分量的鐳，就可以使地心溫度增高一千八百度。我們要知道：一百兆年，在天體歷史上，不算什麼了不得的長時期，倘若地心的溫度照着這個比例接續增高，則地

殼必定鎔化而漸返於赤熾氣體之狀況。但是到了這個時候，球面沒有固體的地殼，所以地球失熱之速率又加大了；而且溫度愈高，失熱又愈快（輻射失熱之速率與溫度之四乘方成正比例）所以地球又因失熱而漸冷。冷到了一定的程度，地殼又因凝結而成立，而地殼上之溫度，又漸漸底適宜於生物之居住，於是又從安麥帕進化到人類。同樣的戲劇又重行奏演如前。他把地球鎔為氣體之時，叫做赤熾時期，把地球長成地殼之時，叫做地質時期。這樣講來，地球歷史之中，有循環不絕的『晝夜。』那麼，我們住在地球上的人類，以及一切生物，將來都要經過火燄山一個關頭。這是何等凶惡可怕的事情！

要免除這個危險的結論，祇有一個方法——就是：假定地心與地殼之成分不同，或者狀態不同，地殼中含有生熱的鐳，使地球不至於漸冷，地心中沒有生熱的鐳，使地球不至於漸熱。或者地心中縱然有鐳，因為溫度過高，壓力過大，與地殼狀態不同，不能發生原子之變化，所以不能生熱。我們不能確定知道地心之成分是否與地

殼含有同量的鐳，但是地心之狀態與地殼不同，是由於地震浪之考察而知道的。或者就是因爲這個緣故，地心之鐳不發生變化，於是球面可以永保其溫度。

地球既是如此，其他行星恆星，或者也得着同樣的保障，所以太陽雖失熱於天空，而溫度可以不變。

(5)以宇宙爲有限的而又無止境的。若是走到極端，又要從他方面回來。那麼，宇宙之熱宇宙失之，宇宙得之，比上邊所說的太陽失之，太陽得之，更爲寬大。於是宇宙能力貧乏之問題，在這裏就可以解決了。其層次的說明，均見第一篇中，茲不贅。

(四)物質能力是一元還是二元呢？

物質能力的性質，已經分篇敍述過了；物質之八十餘種原質，現在已經簡約而成共同基礎的電子，能力之各類，現在也已經簡約而成爲同質殊象的存體。但是物質與能力二者，還是各自存在呢，還是此屬於彼呢？現在有三種說法：

(1)物質與能力，都是宇宙中之物，但是不同類之物。物質藉能力而改換，能力

依物質而表現。能力是動作之主司，物質是此主司所用的材料。宇宙是一座大房子，能力是工程師，物質是磚瓦；宇宙是一匹長布，能力是織女，物質是經緯。這樣二元論的解釋，是普通常識所易於構造而又易於承認的。這種主司之動作，也是有一定的秩序，不是爲神力所支配，或爲意志所轉移。牠不是脫離物質而獨立的，牠的坐位，就在物質之中。所以物性學中還有『物質爲能力之乘車』這一類的界說。

(2)物質乃是宇宙間之實在的物——唯一的存體，至於能力，不過是物質之機能，卽是物質之動作之方式。那麽，能力不過是一個名詞，用以表寫物質之動作而已。物質與能力所以不能分開的緣故，就是因爲能力不是一個獨立的東西。當我們想到一物所有的性質，我們就說牠是物質，當我們想到一物之機能，或一物之動作，我們就說牠是能力。倘若我們另外假定能力爲一個理論的存體，似乎爲奧康刀(見科學方法論)所不容。例如火車中所裝的貨物——試說是鐵器——抵抗車之行動，就是鐵器之物質之抵抗，並不是鐵器之中有個潛能力，在那裏抵抗；火車頭

上所燒的煤，增高溫度，就是煤之物質之動作，並不是煤中有化學能力在那裏變熱而增高。如此說法，則物質之動，乃是物質之自動（參觀笛卡兒之說，）並不是物質裏邊包藏着一個能力，在那裏催促牠動。從一方面看來，此說亦能持之有故，言之成理；但是我們爲什麼祇承認物質爲物而不承認能力爲物呢？物質可移，能力亦可移；物質可變，能力亦可變；物質不滅，能力亦不滅。若云能力是由考察工作而假定的，則物質亦是由考察性質而假定的。依唯實論的講法，牠倆都是邏輯的構造，都不是直接底由器官接觸而來，我們實在沒有抑此揚彼的理由。

（3）能力乃是宇宙間之實在的物——唯一的存體，物質乃是能力之最高的組織團體。這本是電子論中物質之解釋，所謂物質之電子觀。電子是構造物質原子之普遍的材料，電子既是電能力，則物質乃是由能力所構成。而且能力加大，則物質加多，例如電子行動加速，則體量增加；能力消耗，則物質消滅，例如電子散失於天空而失其電荷。若是沒有電子，那裏還有原子？卽是沒有能力，那裏還有物質？能力是動

的，物質是靜的；能力是宇宙之本原，所以宇宙之基礎是動的，其所以成爲物質而呈具靜的狀態者，乃是動於一定的情境之中，適合於一定的平衡方式而已。

（五）物質能力之理論之影響

化學是研究物質的，物理學是研究能力的。因爲這兩種科學之近代的進步，我們對於物質與能力，得了多少寶貴的知識。這些知識所發生的效果，可以說有二種，一是直接的，一是間接的，直接的是在物理的宇宙論，間接的是在人類一切的思想。

物理的宇宙論，我們已經在這兩篇之中說過了。至於物質能力之理論，如何能够影響到一切思想呢？大凡人類之思想，不全是在合法的歸納演繹的方法上進行，連類的推較——卽比論，在思想上也佔據重要的位置，尤其是在思想之起端的方面，牠常時可以做聯想的鄉導官。我們看見了一朶玫瑰花，而可以想到美人之艷麗，我們看見了滔滔不絕的流水，而可以想到逝者如斯夫。而况在科學昌明的時代，物理化學中種種新異的理論，轟動一時，處在這個時代的人類，縱然不是學習科學的人，祇要經過耳

目之濡染，那能說不受影響呢？而且：祇要我們不是把這種推較，當作絕對的證明，蹈入唯心構造(mental synthesis)之危險，也並沒有什麽可加訾議的地方。赫胥黎說：十九世紀人類思想之中，有三個觀念，是從自然科學裏邊得來的；一是不滅，二是秩序，三是進化。但是這是前三四十年的話，現在我們也可以說：又有三種觀念，是從物質能力理論之中得來的，一是動之觀念，二是分個之觀念，三是能力與情境之觀念。

(1)動之觀念　從前的人雖知道萬物變化，然而到了原子，那就是變化之窮途。原子是一堆死板板的物質，這裏邊再沒有活動的餘地了。依現代的科學看來，一個原子之內部，空隙甚多，牠是由於少數的動得極快的微點組織成功的一個組體。牠的系統，以至於牠的存在，都是靠着這些動的微點——更進一層說，微點的動——建設起來。倘若不動，這些微點也沒有了，原子也沒有了，一切宇宙都沒有了。動之時義大矣哉！我們可以說：萊柏尼的單子經過物質化而實現了。這種觀念，既然侵入於我們思想裏邊，於是我們有意底或無意底常時把牠應用於人類一切的活動

之範圍，並不是什麼奇怪的事情。

（2）分個之觀念　從前的原子論，雖是把物質的宇宙分成很小的單位，然而還不及現在電子論中之電子那樣底剖析入微。而且從能力方面講來，電能力之電子，光能力之量子，都成了能力中之分個的單位，再加着力線電力管等等觀念，和生物學中之定子，及單位性質之觀念，都足以使我們發生多元分個之見解。這些分個，各盡各的力量，各據各的範圍，各依各的原因，各生各的結果，宇宙之動作，就是這些無數單位的動作之共總，不可以其小而忽之。這樣的宇宙觀，自然也要流露於其他部分的活動了。

（3）能力與情境之觀念　從前的物理學家，想用力之觀念去解釋宇宙之全體（不僅指物理的宇宙而言，）於是注重物質之惰性；因爲依奈端第一定律，力就是征服惰性的一件主司。現在我們把能力之觀念代替了力之觀念，力是加自外邊的，能力是物所自有的。但是物所自有的能力，如何能彀發生出來成爲動作呢？所以

我們不能不注重情境。倘若沒有適宜的情境，能力不能發生出來；水之潛能力，倘若沒有自上流下的情境，則無工作之可言，煤之化學能力，若沒有燃燒的情境，又何能發生光與熱？而且能力之表現，究竟屬於那一種的方式，也是看情境而不同。電在電弧的情境之中，發生爲光，在摩托電動機的情境之中發生爲動。煤氣之化學能力，在朋孫燈上發生爲熱，在紗罩燈上，發生爲光。我們要使能力表現，要使能力表現爲何種方式，都必定要在情境上去做工夫。這種觀念，和生物學裏環境之觀念都影響到了人類一切的思想活動。在物理的宇宙觀裏邊，有力與惰性，及能力與情境之不同，在政治上，有壓迫與利導之不同，在社會上，有節制與培養之不同，在教育上，有貫注與啓迪之不同，這些『不同，』實在都有同的地方。我們試想想：我們人類生活之中，假使祇有力與惰性兩個因子相剋相持，總不如有能力與情境兩個因子相生相養，較爲適合我們的口味吧！

生物進化與球面沿革

古話說：少所見，多所怪。試問多所見的，就不足爲怪嗎？我們試想想山原河海，草木鳥獸，那一樣不是可怪的東西！我們祖先，不懂得這些『怪，』所以用許多神話去解釋。對於地面形勢，他們說什麼真火鑄出來的，又說什麼撓亞洪水衝出來的；對於生物，他們說什麼女媧氏摶土爲人，又說什麼上帝七日造成的。在十七八世紀之時，雖是有康德拉布拉司說地球是從太陽裏射出來的，然而究竟還沒有解釋球面之變遷；雖有朋奈（Bonnet）說他看見雞蛋殼裏，已經有一個完完全全的小雞在那裏啄米、飲水、抓地皮，然而究竟還沒有解釋人與動物之發生的關係。一直到了十九世紀科學昌明的時代，纔有一個里頁耳（Lyell）和達爾文（Darwin）把這一類的神話根本破除，而改用普通的天然力來解釋這些怪而不怪的問題。我們且來敍述這些問題之科學的解釋。

(二)生物進化

我們試到萬生園中看看,有許多花卉果木羽毛蟲豸,各種有各種的習慣,各種有各種的形狀。但是這些光怪陸離的種,還是自有生以來,就是這麼多呢?還是同出於一原呢?從前的人以為自有生以來,就是這麼多種,各種有各種的特性,這些特性,就是亞里士多德所謂『最終法式。』他想把宇宙間事事物物都分成類——在生物界即為種,——每一類有一類的最終法式。雖然每類中分子不齊,不必盡合乎這個法式,然而總有要合乎這個法式之趨向。譬如說:人類之長為五尺半,雖有超過五尺半的長子,和不够五尺半的矮子,然而大家都有要合乎五尺半之趨向;夏天之溫度為九十度,雖有時熱到一百度,有時祇熱到八十度,然而所有夏天,都有要合乎九十度的趨向。這樣的理論雖是不易受人家的攻擊,然而究竟不能饜滿實證精神之慾望。中古以後,進化觀念逐漸發展,當時大哲學家如康德笛卡兒萊柏尼都有關於進化的學說。但是這些學說不過是哲學的思辨,不是科學的證明;不過是從生物學範圍以外的研究而延及生

物學，不是由生物學範圍以內的研究而構成系統的聯貫。有系統的科學的生物進化之理論，實在是查里士達爾文一人苦力創造出來的。自他的原種(Origin of Species)出世之後，大家纔知道這生物界中許多的種，都是同出於一原。生物進化之理論，到了他的手裏，纔有確定的意義，豐富的證明。現在我們把這個理論，叫做達爾文主義，他實在可以當之而無愧色。所謂達爾文主義，不是專指狹義的競爭，如宗教家之所指摘的，牠實在包含全部的進化，換言之，卽是說明種類之變遷。

各種不同的生物，既是同出於一原，然而何以自一原而變成許多種呢？這個問題，籠統說起來，是很簡單的，——變而已矣。然而詳細分析起來，卻不是易於解決的。我們先從同的方面看起來，最易看得出的，是同類必生同類。俗話說：龍生龍，鳳生鳳，老鼠生兒子會打洞。這個道理，就是生物學裏所叫做的遺傳。(heredity)。然而生物界中，如果祇有遺傳一個因子在那裏動作，則始祖所生出的子孫，必定個個都和始祖一樣，那就不成其爲種了。再從異的方面看來，每個有每個的性質形狀習慣之不同，無論如何相

近，決不能够完全是一樣的，俗話說：一娘生九子，九子不像娘；這個道理，就是生物學裏所叫做的分衍。(variation)。然而生物界中，如果祇有分衍一個因子在那裏動作，則自始祖起，每代所生出的，都和父母不同，而且彼此都不相同，那麼，地球上的生物，縱的横的不過是千萬無數的分個，那也就不成其爲種了。所以遺傳分衍兩個因子，必定是相輔而行，纔能生出來同之間又有不同，不同之間又有同的種。然而依此說來，生物界中之種，一方面因爲遺傳而有同，一方面因爲分衍而有不同，那麼，若把生物界中現在存在的各種排列起來，應該成一個不可辨別的聯續；甲與乙相似，甲乙之間，又有丙與甲更相似，甲與丙相似，甲丙之間又有丁與甲更相似，就同無限分數一般。我們試設想在生物族系樹 (genealogical tree 以表牒敍明生物發生之系統，其形式如樹者) 上，若是枝椏過於繁密，——繁密到了中無空隙的地位，則成混然一片的堆體，還有什麼族系之可言？然而依普通事實看來，有些不同的種，其間似乎有判若鴻溝的界限，又是什麼緣故呢？對於這個困難，我們必定另外還要有一個理論來解釋牠。生物由分衍而來

的不同的種，有適宜的，有不適宜的，適宜的生存，不適宜的淘汰。古語說：順天者存，逆天者亡，我們若把這個天字當作天然的『天』解釋，這兩句話所包含的道理，就是生物學裏所叫做的天擇。(natural selection)。我們所看見的種，都是經過天擇而生存的種，還有許多已經淘汰的種，我們現在看不着了。所以我們覺得這些生存的種之間，有判若鴻溝的界限。這個理論，是生物學中最大的發明，也就是達爾文進化理論之脊椎骨。又有分限（isolation）一個因子，也是『使種之區別加大』之一個原因。例如二海之間有土峽，或者兩平原之間有高山，或者兩大陸之間有沙漠，則兩邊生物之區別甚大。這一種原因也是可以成立此種與彼種之間之界限的。我們現在就遺傳、分衍、天擇三個理論，各爲敘述一番。

（1）遺傳

父母的性質，既與子女的性質有同有異，然則以何種性質遺傳下去呢？還是祇有先天的性質——種的性質(racial character)——遺傳下去呢？還是後天的性質——

習得的性質 (acquired character) ——也可以遺傳下去呢?自蘭馬克 (Lamarck) 和愛拉斯莫司達爾文 (Erasmus Darwin) 倡後天性質可以遺傳之說,十九世紀中的生物學家,大半都沒有反對的。依蘭馬克的理論,一個機關之發展和退縮,全憑用與不用而定。用者發達,而且將此已發展的機關,直接底遺傳下去。所以就此部機關而言,是有『幹父之蠱』的氣象,一代比一代好。不用者退縮,而且將此已經退縮的機關,直接底遺傳下去,所以就此部機關而言,是有『五世而斬』的氣象,一代不如一代了。

赫胥黎拿家鴨和野鴨的翅骨和腿骨之重量互相比較,他尋覓出來家鴨的腿骨較重於野鴨的腿骨,野鴨的翅骨較重於家鴨的翅骨。他從此推論:家鴨和野鴨雖出於同一的祖宗,然而野鴨飛的時候多,家鴨走的時候多,所以野鴨的翅骨發展,腿骨退縮,家鴨的腿骨發展,翅骨退縮。起初不過是小有不同,但是這個發展和退縮之結果,是直接遺傳下去的,所以經過許多代數之後,發展者愈見其發展,退縮者愈見其退縮,於是就大有不同了。他又在新生地層之中考察河貘變馬之歷史,他尋出來最古一層有河

貘，其足有五趾；較新的一層中，有三趾馬，其足祇有三趾了；再較新的一層中，有主趾馬，其中趾較大左右各一趾較小；至於最新的一層中則有我們現在所看見的馬，祇有中趾發展最盛而成爲蹄，其左右二趾竟縮成微細的軟骨。足見河貘進化之時，因爲奔走甚多，所以中趾特別發展，其他各趾，逐漸退縮（中趾在奔走時最爲得力）。一直到了馬的階級，中趾之發展，已達極點，然後可以有一日千里之能力了。

德康多耳（De Candolle）試驗植物，使之受餓，其結果乃得較平常更繁麗的花蕊；用此受餓之植物之種子傳下去，其生出之子孫，花蕊亦茂盛。淘沃（Tower）以蕃薯甲蟲置之非常溫度及濕度之下，因其甲殼堅硬，不起變化，但其所生出的子孫，倒有不同的顏色與花紋，而且遞傳下去，不復回祖宗之狀態。這些事實，也似乎是輔助後天遺傳之理論的。

不但筋骨之發展與退縮，可以直接遺傳，卽腦力之發展退縮，也可以直接遺傳的。進一層說，下等的本體（instinct）可以進化成爲高等的智慧（intellect）。達爾文把針魚

養在玻璃箱裏，以海水注之，箱內安一玻璃牆，將此箱隔成甲乙兩段，針魚放在甲段裏，他又把一些活的小魚，放在乙段裏。針魚本是肉食的魚，所以牠們看見着小魚，就一往直前底射激過去吞噬。但是牠們這種舉動，不但是沒有果腹而歸，而且在那玻璃牆上，碰着一個大釘子。到了碰的次數多了，牠們的射激的舉動，也漸漸減少了。到了一月之後，牠們雖看見牆那邊的小魚，似乎是到了身邊，也就望望然而去之。以前見小魚而射激，是牠們的本能，以後見小魚而不射激，已經是智慧之萌芽了。若是遺傳的代數多了，就漸變成種的習慣 (racial habit)。貓狗見家禽而不咬，就是種的習慣，由遺傳而得來的。堊文 (Owen) 帶着一種獵犬去打獵，他打着了兩隻野雞，但是不過受了傷，都還不曾死；這種獵犬的天性，是喜歡生擒禽獸來給牠們的主人，所以那中射的禽獸，如果不是已經射死了，牠決不咬死着啣回來。但是這一次，牠却遇着一個困難的題目：牠一次不能啣兩個回來。如果牠祇啣一個回來，又恐怕那一個跑脫了。牠徘徊了一些時候，於是牠咬死一個，而把第二個活的，啣着回來。不咬死是牠的本能，這一次咬死，也就是智

慧之作用。蘭馬克派相信這樣習得的智慧，也是要影響到生殖細胞而遺傳下去的。

我想乘敍述後天智慧是否遺傳的機會，簡單討論動物是否有智慧之動作。動物之有本能，例如蠶吐絲，蜂釀蜜，而且這種本能，是可以遺傳下去的，已經成爲無可辯駁的真理。但是對於智慧，卻有一些意見之不同。有人以爲智慧 (intellect) 與理性 (reason)，乃異字而同義。牠與語言爲同存的性質，是人類所獨有的。動物祇有本能，如上文所舉的針魚，是小魚而射激，獵犬不咬死禽獸而啣歸，都是本能的作用，卽令有遇變遷的環境而變遷其本性的事情，也不過是屬於感覺方面的動作 (perceptual process)，不是屬於概念方面的動作 (conceptual process)。概念是由抽象而得來，抽象須從個體的事實，抽出普遍的概念；這是智慧的作用。概念須有一種符號來維繫牠，語言乃是盡這個維繫的責任的。希爾 (Hill) 教他的狗開箱子，而以餅乾爲獎賞，牠開一次，可得一塊餅乾。於是當牠的主人在旁邊的時候，牠就不待命令而開之。以後他把一塊熱肉，放在箱子裏，又將這隻箱子放在沒有人的院子裏，他在一個窗子裏望着；這隻狗

雖是聞着肉味，但是不知道立刻開箱子去取出來。開箱子而盼望主人給餅乾，不過是一種感覺的作用，開箱子而自取東西，乃是概念的作用。因爲要從牠的經驗之中，把開箱子和主人和餅乾三個概念分開，而把開箱子一個概念聯合到箱子裏邊的熟肉上去，不是一隻狗所能做得到的。所以我們祇能說動物有知性（intelligence），不能說動物有智慧（intellect）。知性是包含感覺的動作和概念的動作二者而言，智慧是專指概念的動作的。但是感覺的動作和概念的動作，也難有確定的分界。一個高等動物改變牠的習慣以應付新發生的環境之時，我們能斷定牠沒有『用此方法得彼結果』之概念動作嗎？若說概念動作，在動物進化程序上邊，究竟發生在什麼時候，我們無從知道，所以我們不能說動物有概念動作之本領，那也是不充分的理由。我們人類不能記憶四歲以前的歷史，試問我們能够斷定我們人類概念之動作，究竟發生在什麼年齡嗎？若說語言爲概念之符號，則動物亦可吐出不同的聲音，表寫不同的心理狀況。若說聯接語言（聯結字而成句，聯接句而成篇）是人類所獨有的，所以惟有人類有概

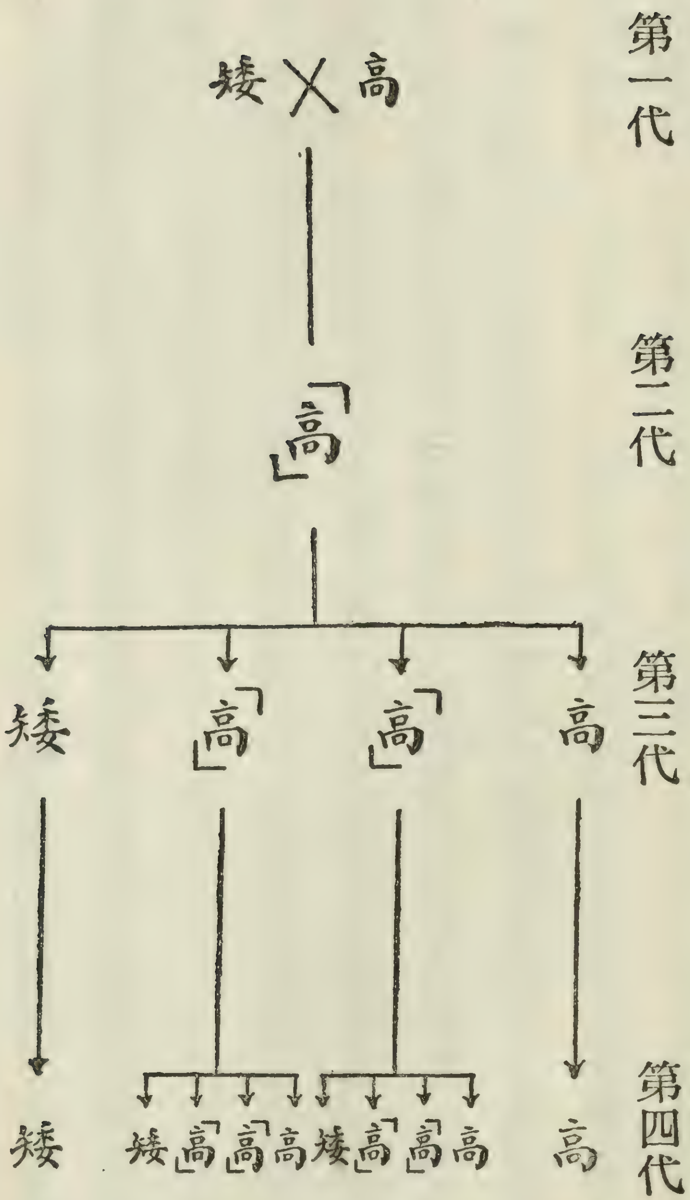
念的動作，那也不是無可辯駁的定案；因爲人類也有用簡單的聲音表現情感之時，動物也能了解簡單聯接的語言，既能了解，必能成立語言所代表之概念。我們自已聽見了敲鐘，就到飯廳上去吃飯，我們承認我們自已的腦子裏，有一個『凡敲鐘的時候都有飯吃』的普遍概念。我們看見一羣雞子聽見管家太太祝祝的呼聲，就圍着她而待哺，我們爲什麼一定不承認牠們腦子裏有『凡被呼的時候都有食吃』的普遍概念呢？況且從行爲論方面講來，有一定的激動，都有一定的反應；我們固然不能證明概念之有，卻也不能證明概念之無。人與動物都是如此，並沒有什麼不同，縱有不同，也不過是階級之不同，決不是類別之不同。但是說到此處，我們要歸到遺傳之本題了。從動物進化到人類，從本能進化到智慧，必定有後天的因環境變遷而習得的性質遺傳下去，纔能一步步的提高。這是蘭馬克派所最注重的一層。

如果後天性質可以遺傳之理論，是十分普遍的真理，那倒是很可慶賀的一樁事情。那麼，我們祇要拚命讀一代書，我們的子孫，個個都是孔夫子；我們祇要竭力學一代

算學，我們的子孫，個個都是奈端。豈不是好！無如事實一方面，卻不是如此如願。我們詳細考察，可以否證此理論的事實極多。例如磨擦而生的粗皮，操練而生的筋肉，都是不能直接底遺傳下去的。還有一件事，是我們所最常看見的例子；就是中國女子纏足，年代總也不算少了，然而女子卻不是生來就是小腳。至於由學習得來的知能，不能遺傳下去，成爲良知良能，那更是不待言了。所以近二三十年來反對此說者日見其多，然而推源溯始，當推門德耳（Mendel）爲第一人。

門德耳的基礎試驗，仍爲現在動物學中所常引的，就是高矮豌豆之配合。以高豌豆和矮豌豆相配合，則所生的第二代豌豆，並非不高不矮，介乎二者之間，如我們的常識所預期的，但是全是高的。若將這第二代高豌豆自相配合，則所生的第三代豌豆，又不全是高的，如我們的常識所預期的，但是四分之三是高的，四分之一是矮的。若將這第三代的矮豌豆自相配合，則所生的第四代豌豆又全是矮的；足見這第三代矮豌豆，是純矮種。但是第三代高豌豆之中，有三分之一，若自相配合，則所生的第四代豌豆，全

是高的；有三分之二，若自相配合，則所生的第四代豌豆，和第二代高豌豆所生的相同；足見第三代高豌豆之中，有三分之一是純高種，有三分之二是雜高種。今以「」爲雜種之記號，列表於下：



他把第二代必發見的性質（如上例中之高）叫做盛的性質（dominant character），第二代隱藏的性質叫做衰的性質（recessive character）這盛衰二性質之共總，叫做相配的對偶（allelomorphic pair）。

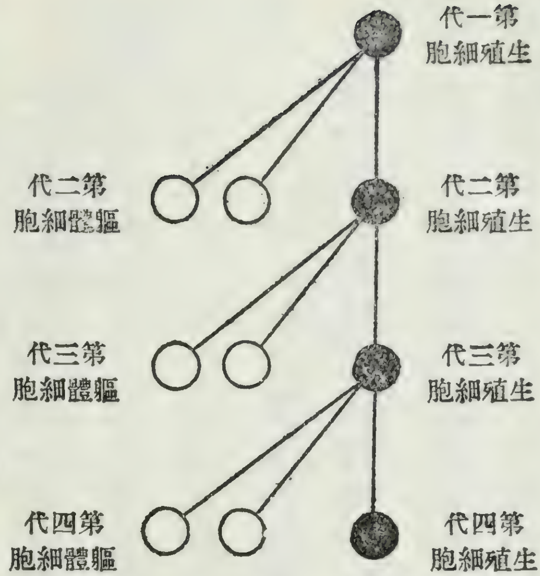
以上所舉的例，不過是一個古老而簡單的。以後生物學家對於豌豆之黃（盛）綠（衰）圓（盛）縐（衰），兔鼠之灰（盛）黑（衰），雞之玫瑰冠（盛）和筆架冠（衰），蝸牛之無花紋（盛）和有花紋（衰），麥之無鬚（盛）和有鬚（衰），鼠之平常性質（盛）和旋轉之性質（衰）都做過同樣的試驗，而所得的結果，都和門德耳所考的成分相符。這個成分，就叫做門德耳成分。這些事實，不是後天性質可以遺傳之理論可以解釋得了的。所以門德耳另外創設一個單位性質之理論（unit character）。此理論之大概，是以一物之所有的性質，分為許多單位，如上段所說的高、矮、青、黃、圓、縐、等等。這些相配的性質，盛者發見，衰者隱藏。但是這個隱藏的單位性質，並不是消滅的，或融化的，牠在後代，還要發見出來，就同化學中的原子之不可磨滅一般。有了這個理論，我們纔懂得何以子女的性

質，有時與父母不同，何以一族系中，有時有一種性質隔一代或兩代而發見；推而論之，何以以堯爲父而有丹朱，以瞽瞍爲父而有舜，都可以藉此而解釋了。

近代反對後天遺傳之最有名的學說，就是威司鏖（Weismann）的生殖膜津永活（continuity of germplasm）之理論。這個理論，乃是近代生物學中極大的出產品。試爲節述如下：

一生物之起首，乃是一個生殖細胞。此細胞乃是由一個精蟲與卵結合而成，其中有細胞核，此細胞核中有生殖膜津。當一個生殖細胞由一分判爲二，由二分判爲四，由四分判爲八……而發達爲個體生物之時，留着一部分生殖膜津長育爲生殖細胞，以供第二代生殖之用，而用其餘的部分長育爲軀體上的各機關，如手足頭尾心肝肺腸之類。後一類的細胞，統稱軀體細胞。到了第二代生殖之時，也是『如法泡製』這樣看來，軀體細胞，不過是生殖細胞的附屬品、旁產物。人之有死，不過是軀體細胞倒塌罷了。至於生殖細胞，早已在生殖的時候，分判而成爲第二代生殖細胞，儲藏在子女的生殖

機裏邊，自有生以來，未曾死過；因爲一個細胞分判而成兩個細胞，不能算做死。生殖細胞，永遠在那裏分判，所以他說：生殖細胞是長生不死的。而且若依此說，則當一個生殖細胞發達成爲生物的時候，已經儲留一部分牒津爲第二代生殖細胞，那麼，兒子乃是父親的弟兄，女兒乃是母親的姊妹，父母還未出世之時，子女已經分配出來，父母後天的行爲，自



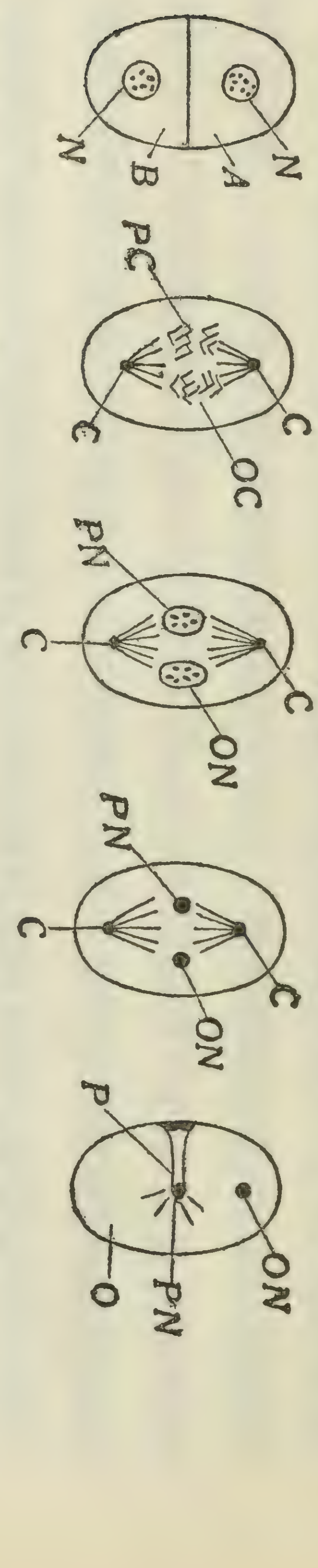
然不能影響到子女的性質。所以他說：後天性質是不能遺傳的。總之，他以爲生殖細胞和軀體細胞是不相攙擾的，軀體細胞，有生有死，生殖細胞，永生不死。生殖細胞是主體，軀體細胞是旁產物，不過用作視聽思想消化運動……各種器具，以供給生殖細胞之生活而已。

單位性質，麗附於生殖細胞之細胞核之中。細胞核當分判之時，有染色線 (chro-

mosomes)。染色線之多寡，以各種而不同，有一種高甲（蝦類）其染色線有一百六十八條之多。但是：無論如何底多，總不能以一個染色線代表一個單位性質，因爲一個生物之性質太多，不是染色線所能代表得了的。所以：我們還要在染色線之下層，去尋單位性質之居停，就同在原子之下層去尋電子一般。一個細胞核在生殖細胞裏邊，和獨立的生物相同，可以藉食料而生長。牠裏邊儲藏生殖腜津，就是細胞學(cytology)中所叫做的染色質(chromatin)。〔但是生殖腜津有時要包括核中之仁(nucleolus)與核邊之中樞圍(centrosphere)而言。〕這些染色質，是由若干壹且(idants)集合起來的，每個壹且，是由若干壹德（ids）集合起來的。這些東西，經過一定染液浸潤之後，都可以用顯微鏡看得出來（所以叫染色質）。這些染色質，在分判的時候，排列成爲上節所說的染色線。每個壹德是一個小宇宙，把各種性質發展之可能，都包藏在裏邊。牠的組織，是依過去的歷史而規訂。每個壹德，又由許多定子(determinants)集合起來。每一個定子，將來卽長成一個可以獨立底隨環境而變衍的機關，例如手足心肝之類。這些

定子之集合之形式與成分，都是由歷史規訂的，換一句話說，性質之遺傳，都是靠着他們去擔當這一份責任。每個定子，又由許多生質 (biophores 或 progen 或 gammules) 集合起來。這些生質，或者可以離細胞核，入細胞液而支配其行動。但是這些極小的分子，也出於聞見的範圍，近於玄學的存體，無怪行為論家笑稱牠們為顯微鏡裏面的上帝。

雄的生殖細胞為精蟲，雌的生殖細胞為卵。當精蟲入卵之時，精蟲核與卵核相接近，兩核中之染色質，和在細胞分判的時候一樣，發生為染色線。今以鼠為例而言，精蟲核與卵核所發生之染色線，其數各為十二，共有二十四。這些染色線復各自剖析，成為四十八。其時核牆消滅，而有兩個中樞極 (centrosomes) 成於兩端。此四十八條染色線，有二十四條歸於此極，有二十四條歸於彼極。每極所得之二十四條之中，有十二條是原於精蟲核的，有十二條是原於卵核的。於是這個受精之卵，遂分判而成兩個細胞。每個細胞，各得一半原於精蟲核的，一半原於卵核的染色線。這是很重要的一層。因為如



5　A B為受精之卵初次分判之二細胞 N為核

4　OC PC為染色線

3　ON PN中之濃點為染色質

2　C為中樞極 ON PN為細胞核

1　O為卵 P為精蟲 ON為卵細胞核 PN為精蟲細胞核

此，所以受精之卵分判為兩個細胞之時，每個細胞核中所有的染色線之數，仍然與未分判時之染色線之數相等。而且一半是原於雄者，一半原於雌者。因為性質之遺傳，是由於染色線之分配，已成確不可移之義，所以我們可以論定：凡子女所得自遺傳的性質，一半是原於父的，一半是原於母的。以後細胞分判，染色線都是照樣的剖析。所以無

論分判若干次數，每個細胞裏之染色線之數是不變的。總之，精蟲核與卵核中之染色質，發生爲染色線，及染色線分歸兩極，這兩層行爲，必是父母性質遺傳子女之樞紐；而且父母性質之遺傳，各有二分之一之機會，也似乎是顯而易見的。

照單位性質之理論講來，生物性質之單位，是有一定的，不能創造，也不能消滅。那麼，後天的性質，自然不能加到原有性質裏邊，一道遺傳下去。照臊津永活之理論講來，生殖細胞與軀體細胞是不相攙擾的，那麼，軀體細胞方面的後天行爲，自然不能影響於生殖細胞，而遺傳於後世。所以這兩種理論，是同屬於後天性質不能遺傳之一派的。

但是威司蠻的理論，也不能博取全部的生物學家的信從。其持異議最盛的，是爲赫特維（Hertwig）。他反對的理由是：（一）生殖臊津永活理論中之所假定的細胞核之別擇的分判，——卽是一部分成爲軀體細胞之核，一部分成爲生殖細胞之核，使原來一種細胞成爲兩種細胞，——並沒有切實的證明。而且增倍的分判，——卽一個細胞核分成兩個細胞核，與原來細胞核完全相同，而且彼此完全相同，——反來有較多

的實據。例如單細胞的生物——如酵母——並無軀體細胞與生殖細胞之分，牠的分判總是增倍的分判。(二)低等動物——如馬蝗——之重生，無論割切那一部分，都可以長成一個單位的動物，即高等動物亦有修補損傷之能力；足見不同樣的細胞，可以通融使用。(三)植物可以萌生，以一枝番薯藤插於土中，即成一個獨自生活的番薯，足見其軀體細胞之中，有生殖細胞之分子。(四)高等植物可以移接，梨樹上可接桃子，蒿子上可以接菊花，足見不同種的細胞，都可以交相爲用。(五)人可以換血，以强壯者的血液貫入患血虧的血管，可以收得與自己血液相同的效用，足見在不同個體中之細胞，——血輪——也可以代行供養之職務。(六)用人工分判海蛸之卵，各部皆可長一個生物，足見此卵之各部，皆有生殖腜津。他根據這些事實，反駁威司曼的理論。他以爲一個生物，各機關(如呼吸機關消化機關)的細胞，有各自特別的性質，然而都有一種潛隱的性質，爲此一種生物所共有，而此潛隱性質，即依據於可供生殖的物質。任何軀體細胞之中，都有此種可供生殖的物質，不一定要以生殖細胞爲限。

所以：後天性質不能遺傳之說，雖是博得多數之贊同，然而倘若我們說絕對不能，也未免失之急切。新蘭馬克派極力想設法轉圜，改變蘭馬克原來的簡單方式，即威司蠻本人，晚年也承認後天的行為，可以影響生殖腜津之內容。現在講遺傳的，大約都以為後天性質是不遺傳的，但是『可以發展後天性質』之可能性，是遺傳的。例如一個白人居於熱帶，可成棕色，然而他的兒子，決不是生來就是棕色。這就是說：他的棕色的——後天的——性質，沒有直接底遺傳下去，但是他的可變棕色之可能性，是遺傳下去的。總之，一個性質之因子有二：(一)細胞之組織，(二)環境之刺激，二者缺一，則此性質不能發生。但是環境之刺激，有常存的，如空氣、日光、食料、讐敵；有不常存的，如社會上情境之變遷。我們往往把由於常存的刺激而發生的性質，叫做先天的性質，或種的性質，把由於不常存的刺激而發生的性質，叫做後天的性質，或習得的性質。其實裏邊必定有一定的組織，外邊必定有一定的刺激，纔能發生一定的性質，無分於先天後天啊。

以上所說的，都不過是把已有的性質保存下去，所說的變遷，都不過是退步的變遷，這

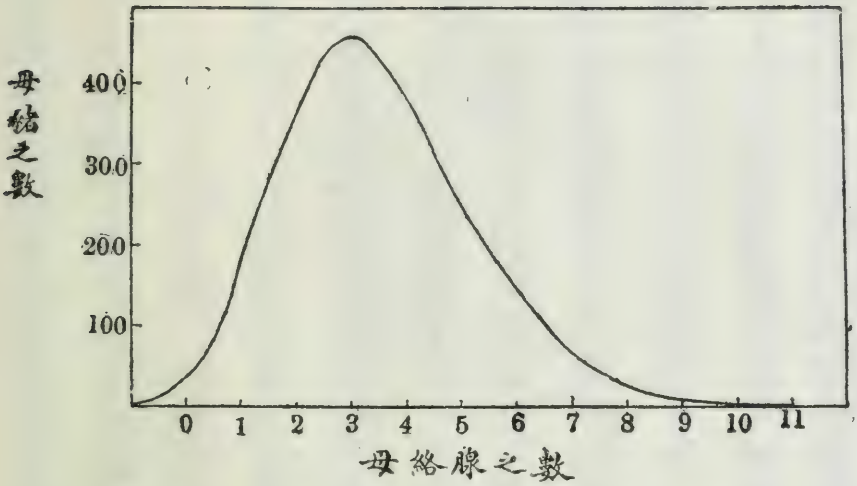
就是說：將原有的性質減少若干而已。然而自單細胞進化而到我們人類，其中必定有進步的變遷，這就是說，有些時候，必定加入一些新性質。這個進步的變遷，由何而來，現在生物學家還沒有一定的解釋。倘若他們能够給予我們一定的解釋，則我們對於各種生物，——包括我們自己人類而言——要加入什麼性質，就加入什麼性質，其有益於人類，或者比蒸汽機還要大得多。我們說及這一層，就不能不討論分衍了。

（2）分衍

生物之性質不同，原於其細胞組織之不同，然而細胞組織，何以漸到不同的地位呢？實在要歸功於分衍。我們可以把分衍分爲二類：（A）尋常的分衍，或簡稱修改；（B）出軌的分衍，或簡稱劇變。

（A）尋常的分衍　我們試到一個會場，考察人之高度，最高的或有六尺多高，最低的或有四尺高，然而普通多數總在五尺半左右。若用方格紙統計之，以豎標記人數，以橫標記高度，則必得一拋物線狀的曲線（如圖）。加耳敦（Galton）皮耳孫

(Pearson) 等用這個方法，去量各種的性質，如豌豆之大小，樹葉中之水脈之數，牝豬右前腿之母絡腺 (Müller's glands) 之數，所得的結果，都是這樣的。這樣的曲線，叫做錯誤發見率之曲線 (curve of frequency of errors)。依此曲線觀之，一類中之一種性質，必有一個平均代表。多數分子之此種性質，皆在平均代表之左右。離平均代表愈遠，則分子之數目愈少。這個平均代表，又謂之種的平均 (race average)。這樣看來，一類生物之性質，各分個俱有微有不同之處，所謂物之不齊，物之情也。但是：倘若祇就一種生物之一種性質而言，其不齊之程度，或相倍蓰則有之，然而總不能遠離於種的平均，不至於或相什伯，或相千萬的地步。



這些事實，和加耳敦祖先定律（ancestral law）極有關係。依祖先的定律而言，一個生物之性質，由遺傳而得自每個祖先的部份，等於此代祖先之數之反數（reciprocal，或譯交換數）之平方。例如最近的一代祖宗，祇有父母二人，則子女得自父母各人的部分，爲$\frac{1}{2}$之平方，卽四分之一。那就是說一個生物之先天的性質，有四分之一，是從父遺傳下來的，有四分之一，是從母遺傳下來的，共總有二分之一，是從最近一代的祖宗遺傳下來的。其次最近的一代祖宗，有祖父、祖母、外祖父、外祖母、四人，則孫子孫女，得自祖父、祖母、外祖父、外祖母各人的部分，爲$\frac{1}{4}$之平方，卽十六分之一。那就是說：一個生物之先天的性質，有十六分之一，是從祖父遺傳下來的，有十六分之一，是從祖母遺傳下來的，有十六分之一，是從外祖父遺傳下來的，有十六分之一，是從外祖母遺傳下來的，共總有四分之一，是從其次最近的一代祖宗遺傳下來的。再往上溯，倣此類推，距離代數更遠的祖宗，所遺傳下來的部分更少。一直推到安麥帕，我們由牠遺傳下來的部分，真正是微乎其微了。所以同種的生物，其性

質必定大致相同，因爲牠們多數的祖宗，都是相同的。牠們不是『同出於一祖，』他們是同出於多祖。所以尋常的分衍，總是在種的平均所能代表的範圍以內，不能發生新種出來。

(B) 出軌的分衍　依舊蘭馬克派說，生物變遷，本無所謂劇變。生物之變遷，是逐漸的、緩行的，不是驟爾而來的。以分個的生物而言，一機關之發展與其退縮，全憑用與不用爲轉移。用與不用，全憑環境之需要與不需要爲轉移。需要則用，不需要則不用，固然是人之常情；用則發展，不用便則退縮，卻也是天之常理。在分個的方面 (ontogenetically) 既是如此，在種族的方面 (phyllogenetically)，也是如此。而且化石學裏，還有許多的例子，可以證明。這些發展或退縮的機關，都直接的遺傳下去，閱時既久，由小不同而集成大不同。這就是緩變之說。此說頗似近理，而且和常識所預期的，也甚相符，所以在生物學界中，佔據勢力八九十年，卽達爾文自己，也以爲生物之分衍，是逐漸的，是偶然的，其所以能成種的緣故，全由於天擇之淘汰與保存。

以分個的進化，推較到種族的進化，也有可信的理由。高等動物在胚胎階級之時，常有一些機關，與低級動物在長成分個之時相同。卽以人類而言，其在胚胎階級之時，心祇二房，與魚（已經長成分個的）相同，脊骨爲脆骨，與一種低級魚相同，後體有尾，與一班哺乳動物相同。又如肱足（蛤蜊）類中之各種，最低級者其殼平滑，較高級者其殼有橫埂，再較高級者，其殼上之橫埂更顯，再較高級者，其殼既有橫埂，又有直埂，最高級者有刺。這些刺，就是直埂橫埂之交點之發大。但是有刺的肱足在個體發育之時，仍然經過以前幾層的階級。其餘與此相類之例尙多。此種事實須有理論方面的解釋。負解釋之責者，是惟溫習之理論（recapitulation theory）。高等動物在胚胎裏，由一個細胞——受精的卵——發育成爲分個的動物，要經過『自單細胞進化而爲人類』所有的歷程，就同溫習舊課一般；換一句話說，分個方面的胚胎之發育，就是種族方面的進化之縮影，把億萬年的路途，用幾個月的工夫走完了。分個方面之發展與退縮，既原於用與不用，則種族方面之發展與退縮，也是根據同

樣的理由。於是分衍的問題，就可以得到相當的解釋了。

但是推較終是推較，不能算穩固的證明。依溫習理論而言，種族相近的動物，在胚胎裏，其相近的程度，應當更高，且可以高到幾乎不可辨別的地步。然而有些相近的動物，在胚胎時的區別，比長成分個時的區別還多，例如節足動物類中之環行蚰(Peripatus)。所以分個進化和種族進化，也不能算作同一的現象。而且在種族進化方面，要發生後天性質遺傳的問題；由於用與不用而發展或退縮的部分，如何移注而入於生殖細胞，以遺傳於後世，是不易獲有明顯的證明的。我們祇能說：這些發展與退縮的影響，總能修改生殖細胞之內容，到了第二代的時候，如果遇着與第一代發展或退縮時所受的同樣環境之刺激，又發生同樣的組織而已。（參觀上章）

德斐里 (De Vries) 試驗番石榴 (Œnothera)，而得與緩變之說相衝突的結果。此項植物傳種若干代，與原種無殊，及至數代之後，驟爾發生許多不同的新種。所以德斐里創一理論，說生物進化有兩個時期；（a）固定的時期，在此時期內，父子沿

傳。不。變；（ｂ）驟變。的。時。期，在此。時。期。內，生物。向。各。方。面。驟。爾。變遷，而發。生。不。同。的。種。這個變遷，是驟來的，似乎是無因而至的。然而我們與其說是無因而至，甯可說我們不知道牠的因罷了。由此看來，生物的進化，不是聯續的，但是跳躍的。

這樣的分衍，總是因爲細胞組織有變遷哪。但是細胞組織之變遷，是從何而來呢？我們取其簡便，且把各家理論對於此點可以有相當的解釋者，分爲二類：（ａ）由於外的，（ｂ）由於內的。

（ａ）由於外的　由於外的理論，又可以分爲二類：（甲）直接的；如愛莫耳（Eimer）之說。生物組織之變遷，全由外界的刺激而來，如熱、光、潮濕、食料、仇敵、之類。試舉一例而言，植物之有綠色，似乎是常存的性質。然而祇是在日光中生長的時候，是如此的，倘若生長在暗室裏，則成爲無色的。這是因爲外面沒有日光之刺激，裏面就沒有葉綠質之發生。總而言之，凡細胞組織之變遷，都是物理的與化學的反應。（乙）間接的；如達爾文之說。外面的環境，並不能促使內部發生變遷；

但是許多生物之內部，若有若干不同的變遷，則外面的環境，可以有選擇的權柄。其變遷與環境相適應的，卽保存之，其變遷與環境不相適應的，卽淘汰之。外面的環境，和考試人一樣，組織之變遷，和赴考的學生一樣。考試人不能直接叫學生去讀什麼書，但是：若是學生所讀的書，與考試人所定的資格相符，就可以中選了。

（b）由於內的　由於內的，也可以分爲二類：（甲）生力說（bathmism），如哥布（Cope）所主張的。外界的環境，有一定的需要，生物不能答復這些需要，就不能生存。但是生物都有生存的欲望，生物的生命，是有目的的。因爲要達到生存的目的，所以時時刻刻底試驗各種方法，來適應這些需要，以滿足其生存之欲望。這就是努力（effort），也就是生力（growth force）。因爲有這個生力，所以發生組織之變遷，去適應外界的環境。這樣看來，組織變遷之中，有心理之分子。（乙）創化說，如柏格森（Bergson）之創化論。每個細胞都是時時進化不已的，時時變遷的，就是時時創造的，而且所有的變遷，無論如何竄遠，都保存於現存的細胞之

中。那就是說：所有過去的歷史，都是現在發現的現象之原因。推而論之，這些歷史的影響，不一定發見爲可覺察的變遷，但是潛伏而不滅，到了一定的時候可以都發見出來，成一個很猛烈的變遷。所謂劇變者，就是這一種的變遷而已。

除以上數說之外，我們還可依門德耳的原理，而有下列兩種解釋：

（a）婚配 (amphixis) 和雜婚 (hybridization)　當生物生殖之時，父母的性質，各有一半的機會遺傳下去。若父母性質不同，卽所生的子女，或與父同，或與母同，例如前段所敍述的豌豆；或與父母俱不同，而另具一新性質，例如白玫瑰與紅玫瑰配合，則生絳玫瑰，尖長葉柳與扁長葉柳配合，則生棱形葉柳（在尖長扁長之間）是成一新種。此新種與他種相配合，又可以發生別的變遷。威司鑾以婚配爲分衍之唯一的因子。但是如此說法，也有極大的困難，因爲由婚配而發生的變遷，不能出於種的平均性質之範圍；由雜婚而生的子女，往往不能傳種，例如騾，或傳種一二代而卽絕，例如山羊與綿羊雜婚而生的子孫，若自相配合，不能有

綿延之世胤。不過此項傳種之限制，似在動物界較大，而在植物界較小而已。

（b）單位性質之互相影響　一個生物之性質甚多，我們可以設想：每個性質，有一個單位的東西，在裏邊爲之主持。這些單位的東西，互相攙攪，其所得的結果，不期定是物理的結果，——彼此相加的總數，牠們可以得化學的結果——彼此化合而另生一種新東西。祇要這個新東西，以後永不析解開來，也就等於一個單位性質了。

（3）天擇

說到天擇，我們須將競爭和適應合在一道來講，因爲這三項是分不開的。我們首先且談生物之生殖的能力；生物生殖之能力，實在是大到可驚的地步。蕨草之一個㮀囊（spore sac）中之㮀，有一萬之多。一對青蠅，可生二千蠅卵，孵出之後，至兩星期，又長成生殖期成熟的青蠅；這二千青蠅，又能生二百萬蠅卵，每個蠅卵，又孵出一個青蠅。足見生物之所能生殖，遠超過於地面之所能供養，僧多粥少，勢不能不起爭端了。這就是

達爾文的生存競爭。近來相信克魯泡特金學說者，推崇互助主義，以爲達氏生存競爭之說，已經完全打破，這實在是帶着倫理的藍眼鏡，去觀察天然現象。兩個狗爲着一塊骨頭而打架，不能說不是同類的競爭；我們文明人類拼命底防虎疫黴，不能說不是異類的競爭。不過人類有道德的情感，不應該抹煞同情的本能，有推測的智慧，不應該不計算最終的利害；而且這兩層之重要，遠超出於獸類的簡單競爭之上，我們當然是承認的。

生物界中，有同類互助的現象，是爲動物之羣性（social character）。例如昆蟲類之蟻與蜂，其分工合作之組織，可比於法治的國家；飛禽類中之雁與駿鳥（paradise birds），哺乳類中之羚羊，都是出則同陣，處則同居，共同工作，互相守望；他們都是富於羣性的動物。又有異類互助的現象，是爲同生（symbiosis）。例如豌豆與其根上所附麗的細菌，豌豆以細胞液供給細菌爲食料，細菌使空氣中之淡固定而爲淡合物，以充豌豆之肥料。石南與一種細菌，亦是如此。又有同棲（commensalism）之現象，亦爲異類

互助之一種。例如寄居蟹寄居於海葵硬管之下端，寄居蟹以海葵爲保護之武器，海葵藉寄居蟹而移動，又藉以獲取食料。又如一種海鳩與鱷魚同居，海鳩啄食鱷魚身上之水蛭，鱷魚以海鳩爲靈敏的警察。又如水母與目蝦，蝦食水母之分泌液，水母因蝦之逃走，而知避免仇敵之襲擊。由此言之，狼狽相需而行——如果此故事是真的，——實亦互助之一種，特用之以喻朋比爲奸，於是就失去良好的意義了。這是生物互助之一班舉例。達爾文也曾經注意到同類互助的事實；他以爲這是一種競爭生存的方法，因爲有些弱小的動物，不如是不足以生存。但是到了克魯泡特金的手裏，互助之重要之程度因之而加高，互助之責任之意義，也因之而更加神聖了。

達爾文之競爭，並不是專指『奪人之食而食之，』他是注重在如何可以得食的本領。設有一班人去應考，若是有人排擠同僚而獲選，是不道德的；若是有人竭力用功『揣摩風氣』而獲選，並不是不道德的。生物競爭，也是像揣摩風氣的，牠們變遷其本身的組織，以適應環境之要求，以便生存，並沒有若何不道德的意義。而且生物之變遷，

不期定要走同一的途徑，——不期定都是一樣的——有變遷得好的，與環境相適合，就爲天然所錄取而保存；有變遷得不好的，或是不曾變遷的，與環境不相適合，就爲天然所淘汰而滅亡。凡汰淘的，都是不善變遷的，那更不能怪人家變遷得好了。所以達爾文的競爭之理論，與克魯泡特金的互助之理論，不是根本的衝突，乃是延續的發揮，後者較前者更爲詳切而已。

爲天擇所保存的生物，不但可以保存自身，並且可以多佔傳種的機會，而且可以使他們的後裔之生存的能力逐漸增加。試取一個例來說明這個道理。設若有一處發生一種瘟疫，必定有若干人遭瘟疫而死。假使這些人都沒有防疫的知識，則遺剩下來的經過瘟疫而獲愈的人，必定是身體強健的，必是細胞可以戰勝疫黴的。在此次瘟疫之後，祇有這些遺剩下來的人，在那裏傳種了。而且他們受過瘟疫而獲愈，他們對於這個瘟疫的抵抗力，格外加大，這和防疫血清注射，是同樣的道理。我們並且可以相信：這個抵抗力，有可以遺傳下去的，所以他們的後裔，對於瘟疫的抵抗力，也加大了。例如一

種瘟疫對於甲民族是致命的，而對於乙民族沒有同等的危險性，這是因爲乙民族的祖先，已經受過這種瘟疫多次，而抵抗力加大了。據說：中國人染着白喉症，往往可以獲愈，西洋人在中國染着白喉症，往往是致命的。西洋人遇着流行感冒(influenza)，有可以獲愈的，但是自白人到了美洲，紅印度人爲白人所帶來的流行感冒所殺害的，比他們爲白人殖民政策所殘傷的，還要多得多。

達爾文的天擇——天然的選擇——之理論，是從人爲的選擇比較而來。他看見農夫以及畜牧家之選擇種子，而設想天然界中也有一個主體在那裏選擇，不過這個主體，不是人道的農夫，也不是神道的上帝，牠就是天然的環境。自從這個理論發展完備之後，又漸漸回頭推到應用的人爲的選擇上來。農藝、園藝、畜牧各種藝術之中，應用此項原理而收良美的效果者，已是不可勝數。美國有一次有一地方苦旱，有一班人去考查旱地的狀況，其中有一少年學生，忽然注意到枯槁的麥田之中，有少數發育如常的麥穗。他想到這幾株麥，必定是能抵抗旱災的。於是用此種麥所結的種子，爲普遍的

麥種，果然可以避免旱災。加耳敦竟直成立所謂優種學，要憑藉這個原理，來選擇人種，使優秀分子多傳繼胤於第二世；這也算是進化原理之應用，到了無遠弗屆的地步了。

與天擇的理論同時發生，而其重要之程度較低，而且其後又有漸趨衰落之勢的，是爲性擇之理論。當達爾文創設此項理論之時，華烈司已經表示過不滿的意見；因爲：就此項理論而言，配偶選擇之主權，皆操之於雌性；雄蜘蛛之跳舞而表現其腹部之花紋，雄孔雀之大張其彩屏之尾，以及其噰喈的鳴聲，都是爲着要引起雌性之選擇；華烈司對於雌性動物審美的本領，頗覺懷疑。達爾文以後也以爲『雄性之美麗與强壯者，得傳種之優先』一層原理，祗能適用於多妻的動物，至於一夫一妻的動物，卽美麗强壯之程度較低者，亦有傳種之機會。其淘汰與生存，則皆決定於尋常生活之中，而不是決定於生殖的生活之中。假使達爾文之性擇之原理，可以推到人類，則世人之勞碌而求富貴利達者，在消極的方面，是要免除室人交謫之困難，在積極的方面，也不過要可以施施從外來，驕其妻妾而已矣。

(4)總論

生物進化，就是遺傳、分衍、天擇、三個因子，在那裏動作。這幾項動作，都是和物理的現象一般，依照天然定律而進行。所以蘭馬克說：進化乃是一個天然的現象，所謂天然的者，就是有一定的因果的關係。德斐里說：進化乃是可以用試驗方法去研究的題目。達爾文的最大的功勞，也就是把生物現象的神祕性打消，而置之於試驗科學管轄權之下。生物進化，就是隨環境而變遷，用不着加上一層自不善而進於善，自不美而進於美的意義。

近代人類思想所受於進化理論的影響，大而且廣，是不待言的。我們祇要看進化二字應用之普遍，就可以發見牠在人類思想上所佔據的勢力。社會也說進化，文藝也說進化，工業也說進化，甚至宗教也說進化。但是在這些所謂進化裏邊，都有自不善而進於善，自不美而進於美的意思，不是生物進化之原義。我並不是說：我們人類各種動作之進化，不應該趨向於美善之目標；我是說：人類進化，和生物進化一樣，祇要以生存

與進步的慾望爲基礎，就可以解釋一切的動作。所謂生存者，就是獲得維持生活之資料，以供給體魄之營養（此指個體生存非指種族生存而言）。所謂進步者，就是不以現在的生存爲滿足，而求取較好於現在的生存。若是我們要把這種理想的較好於現在的生存，叫做善的美的，卻也未爲不可。至於實際上還是較好與否，還是美善與否，那祇能在結果上去下批評。就這樣進步的慾望而言，人類無異於生物，但是人類有發展最高的智慧，既可以預定將來的目的，又可以計劃趨向此種目的的方法。從此點說來，即是人類比動物高的不可以道里計的地步。我們以智慧爲工具，可以尋出來：有如何的組織可以適合如何的環境，有如何的環境，又可以發展如何的潛能。所以人類進化，不但是講求變遷裏邊的組織，以適應於天然，並且要講求改造外邊的環境，使原有的天才不至於淹沒下去，這都要憑藉首出庶物的智慧去做工夫。我們不要侈談盡善盡美的究竟，而抹煞如何得此善美的工作。莊子說：得魚忘筌，但是沒有筌，如何能夠得着魚呢？

(二)球面沿革

現在我們所居住的地球，有高出海平面約三萬英尺的高山，有深入海平面四千英尺的深洋，有廣袤十餘萬方里的高原，有流經三千英里的江河；舟車絡繹，樹藝緐蕪，使我們可以藉此爲舞臺以盡人文進化之能事。然而這樣可讚美的——或者是可詛咒的——地球上面的形勢，所謂山原河海，也不是自地球初生以來就是如此的。牠自太陽射出的時候，不過是一團赤熾的氣體，因爲失熱於天空，於是球面凝結而爲地殼。地殼成立之後，又經過無數的變遷，方成爲現在的形勢。而且現在的形勢，也不是固定不移的，牠又要經受同樣的變遷，而發現其他的標樣。換一句話說，球面上的各種形勢，都是由『現在還在球面上發生變遷』的各種天然主司（natural agency）製造出來，並沒有什麼神祕的地方。

這些天然主司，可以分爲二大類：（1）地外主司；（2）地內主司。地外主司分爲空氣、水、生物三種。地內主司，分爲火山、地震、殼緺三種。大風括土，自高處搬至低處，就

是空氣可以變遷球面形勢之舉例。黃河流域之黃土石，都是百萬年前由風停積而成的。水能變遷球面之形勢，更是顯而易見的。大水衝倒堤壩，就是水之破壞的例子；湖底停積泥淤，就是水之建設之例子。水之流動速率大者，破壞多而建設少；水之流動速率小者，破壞少而建設多。生物變遷球面之形勢，似乎是不常見的；然而我們試作詳細的考察，澤藪之間，有水草蒿萊腐朽成泥，蚯蚓可以化石成土，珊瑚可以長成大島，植物可以長成煤層，都不是稀奇罕見的事實。至於火山噴發，在我國內部，無從看見；然而現在球面上還是很多的；例如日本及意大利，而太平洋沿岸，都有蜿蜒不絕的火山山脈，所以地理學家說：太平洋有一火帶圍之。地心之中，儲有熔石，如半流體，流動奔盪，若是遇着石層之空隙或弱點，卽行潰堤而出，是爲火山；若是沒有尋着出路，牠也可以把上面的石層凸起而成山，這或者也是殼緺之原因之一種；或者可以把上面的石層逼迫而破裂了，這或者也是地震之原因之一種。而且球面之石層，似乎有一定的處所，爲固定的大塊（blocks）。例如非洲大陸、歐洲大陸、印度半島、中央亞細亞、太平洋海底，皆是這

些大塊，牠們自有地質歷史以來，不常隨殼縐而升降，但是前後左右互相移動。凡夾在大塊中間的處所，名曰地瀆 (geosynclines)。凡地瀆所在的地方，受兩邊大塊之逼迫或延張，最易於發生山陵起伏之殼縐，以及火山地震各種現象。至於大塊移動之原因，或者是因爲地球旋轉地殼之各部失了力之平衡，或者是因爲地心鐳質之發熱，下面之石層逐漸熔化，而上面漂浮的地殼，漸入不固定的狀况。總之，地內主司之原因較地外主司之原因，較難解釋，因爲牠們是較難爲我們所考察的。

地外。主。司。之。動作，是使。球。面。自。不。平。而。漸。趨。於。平。地內。主。司。之。動作，是使。球。面。自。平。而。趨。於。不。平。現在球面之形勢，就是這兩類主司同時動作之結果。以上所說的一段，就是地質變遷論之大意。我們在下面再說球面變遷及生物進化之歷史大綱。

(二) 地質歷史

生物變遷和形勢變遷之理論之大致，既已如上文所陳述了。把這些變遷之事實記錄下來，成一個有系統的歷史，就是地質歷史。地質歷史和人類歷史一樣，也分有期

代之不同。地質歷史之分期，卽以石層中化石所代表的生物等級之高下爲標準。成立較早的石層，其中所含的化石，必定原於等級較低的生物；成立較遲的石層，其中所含的化石，必定原於等級較高的生物。依化石所代表的生物之等級，地質學家把地質歷史分爲四期：（1）無生期；（2）古生期；（3）新生期；（4）人生期。古生期又分爲初古中古二期，新生期又分爲中新次新二期。

（1）無生期

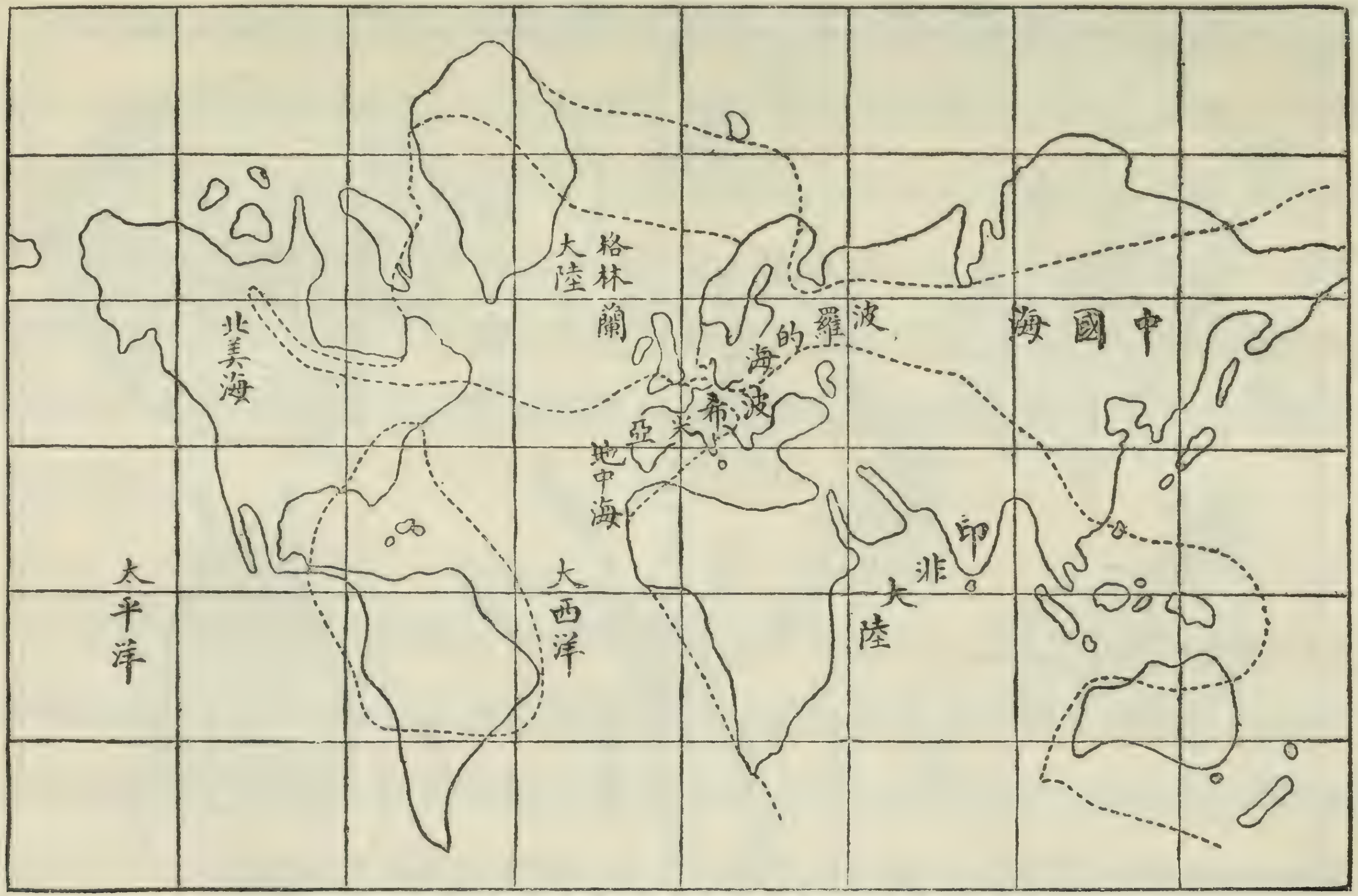
在無生期時，球面溫度甚高，或者水中溶解物質過多，尙不適宜於生物之生活，所以沒有生物，因此沒有化石遺留下來。此時球面之大半，皆爲海水所遮蔽。凡此期內成立的石層，因爲閱時過久，所經歷的地殼變遷過多，都改變了牠們原來的組織，而成爲變形石。

（2）初古期

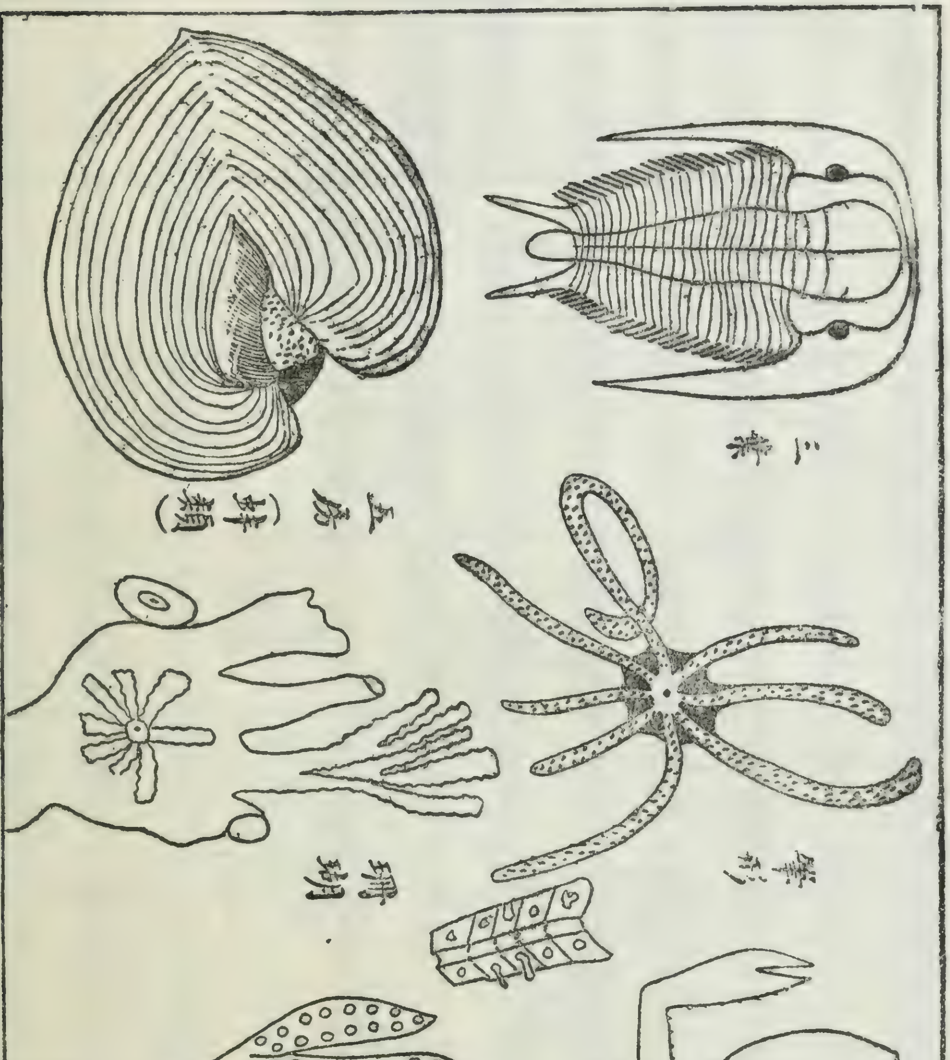
此期中之動物，都是海居的無脊椎類。此期中之植物都是海藻。所以此期又叫做

無。脊。椎。期。然而當此期之終局，動物已有魚類，植物中已略有蕨類發現。此期中最重要的生物，在前半爲三葉(Trilobita)，在後半爲筆形(Graptophita)。三葉歸節足門，與近代生存之蝦略同，筆形歸腔腸門，與近代生存之珊瑚略同。二者屬種繁多，各具形態不同；然取其共相言之：三葉身分十二節，每節有附支一雙，但是附支發達甚大和牠的正體成川字形，所以叫做三葉。頭部有數節鎔化而成的頭盔，左右有二眼。因爲在深海裏要看得清楚，所以牠們的眼睛有甚大者。頭旁有二長刺，是保護身體的。筆形爲一個聯合同生的動物，有幹若干支，每幹上有水孔若干，每一水孔，乃是一個獨立的生物，其內有肌花可以伸縮，幹內有公管，水自孔流入，在公管內聯合生活，與現今生存的珊瑚無異。

此二類生物，可以爲初古期之全權代表。因爲此二類生物世系甚短，筆形在此期未完之前完全滅絕，三葉也幾乎完全滅絕。而且此二類生物分佈之區域極廣，球面各洲，幾乎無處無之，所以牠們是此期中化石之標準。



初古期中（奧島代）球面形勢之大概



初古期中生物之一斑

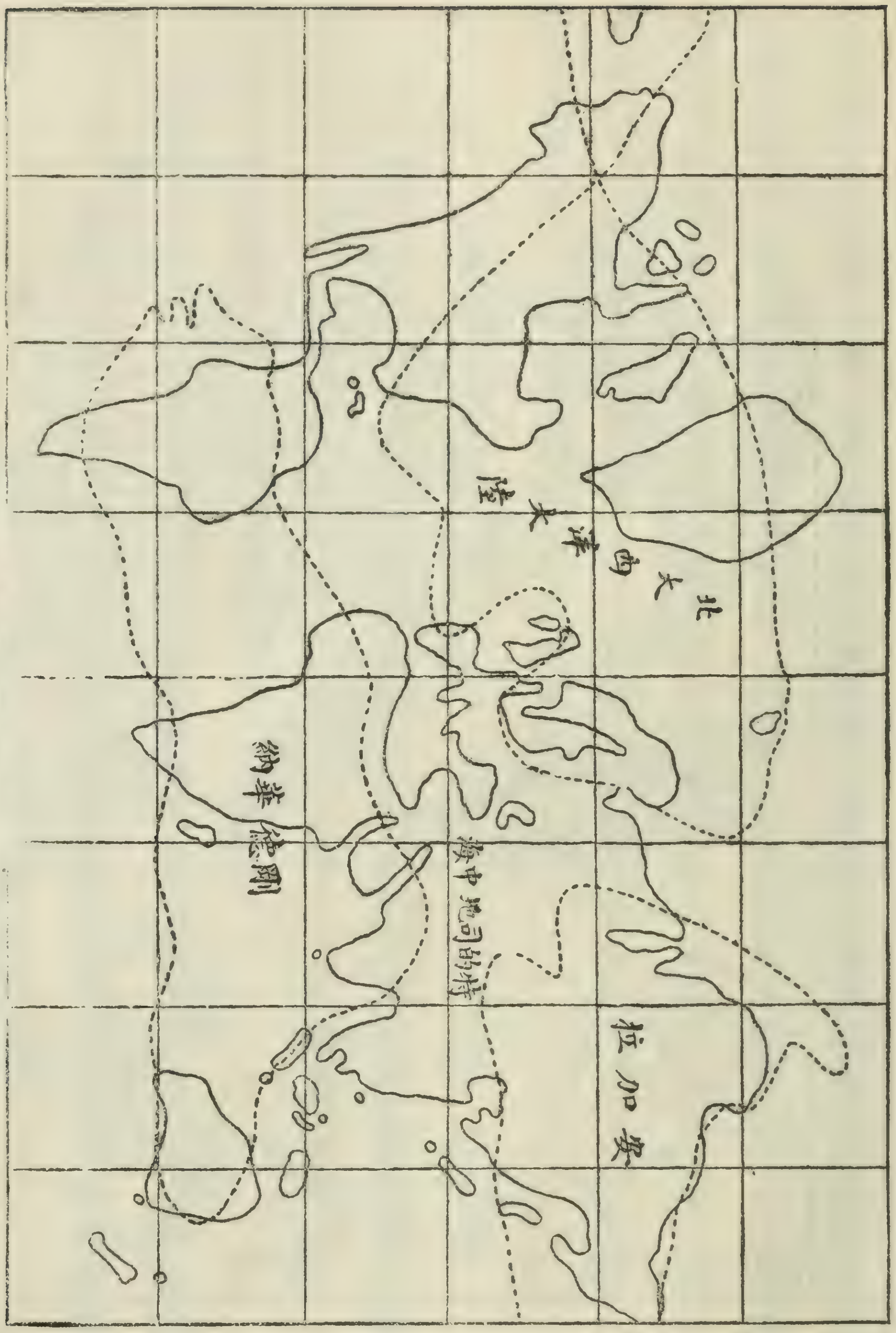
當此期之初葉，歐洲與北美之間，有一個北冰大陸，卽格林蘭大陸；非洲與南美之間，有一個非巴大陸。今日長狹之大西洋，在此時期，乃是中間有海而南北皆有大陸。我國北部，此時似亦爲陸地。至中葉時，海之面積逐漸推廣，東有中國海。非洲與南美之間，亦低降成海，而非洲與印度聯成大陸，爲印非大陸。歐東有波羅的海，歐西南有波西米亞地中海。這些海都是相通的，因爲各處的筆形都是一樣的。至此期之末葉，有些處所，受了地殼引起之影響，海之面積又退讓，如來因河流域、波羅的海、烏拉山、格林蘭、及北美西境都是的。

(3) 中古期

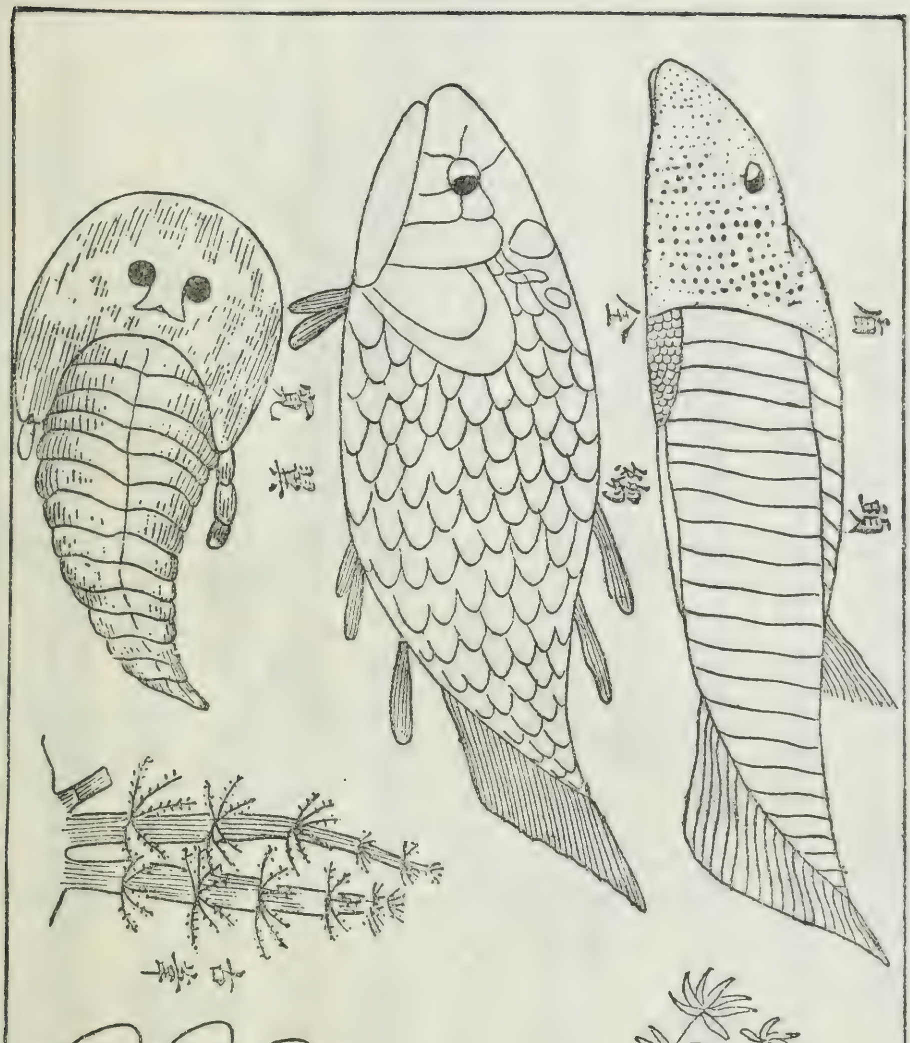
中古期之生物，以魚和隱花植物爲最盛，所以此期又叫做魚期。世界煤層之大半都成立於此時，所以又可以叫做煤期。其餘無脊椎類，如肱足、珊瑚、也是很多的。此期中之魚雖多，然而都是屬於硬鱗目的，而非高等魚類。頭上多有甲，身上有硬刺，尾爲無乂，骨多爲脆骨，這都是剛自無脊椎類進化而來的證據。此期中之植物，皆爲隱花植物之

蕨類」然而因爲此時二養化炭充足，溫度和暖，有高至十餘丈者，不像今日生存蕨類之鳳尾草那樣矮小。此期中陸地之上，草木繁盛，所以有兩棲動物發生。至此期之末葉，兩棲動物已經代魚而爲主人翁了。爬行動物也在此期之末葉剛纔發見。又此期末葉，居於海內鹹湖的生物，都是現退縮不昌的狀態。

當此期之初葉，各處的海洋都逐漸侵佔陸地。歐亞之間，或有一歐亞海。北美洲亦或有一北美海。北大西洋中有一大陸，叫做北大西洋大陸，卽初古期之格林蘭大陸所引起而加大者。沿此大陸之旁，爲舊紅沙岩停積之處。南半球亦有一大陸。至中葉時火山發現甚多，故地面變遷亦極多。然而要其總結果而言，北半球有一大陸，聯接歐亞北美，叫做安加拉 (Angora)；南半球亦有一大陸，聯接南美非澳，叫做剛德華納 (Gondwana)。此二大陸之間，有一個地中海，叫做特的司 (Tethys)。其最要的特點，是此時地面都高出海面不多，故易於侵沒，又易於升起，所以長成極厚的煤層。煤層上之灰石岩極厚，由此可推當時空氣中之二養化炭極多。因爲這些灰石岩，都是直接底或間接底



中古期中(石炭代)球面形勢之大概



中古期中生物之一斑

由海水吸收空氣中之二養化炭而成的。直接的吸收，是化學的，由於鹼性鈣鎂之結合；間接的吸收，是生物的，由於多孔動物之甲殼之生長。煤層中之植物，和現在熱帶植物相似，由此可推當時氣候溫和。至此期之末葉，北半球火山發現甚多；北美之東因此而成阿巴拉其山脈(Appalachian chain)，歐洲因此而成許多的內海。其所以易成內海者，也是因爲陸平面與海平面相差不多的緣故。

(4)中新期

中新期中之生物，爬行極多，所以此期又叫做爬行期。飛禽哺乳，俱發見於此期之末葉。凡古生期中之生物，如植物中之古蕨類，動物中之盾首魚，至此期中都淘汰乾淨了。所以中古中新二期之交，乃是生物進化之大關鍵。

此期中之生物，自然以爬行爲主。此期中爬行種類極多，有居海的，有居陸的，有能飛的，有肉食的，有素食的，有犬齒的，有平齒的，有亂齒的，有有喙的。牠們的軀體都很壯偉，多半有四五十尺長，甚至有長至百尺的。有魚蝎，其爪輕薄如翅，可以泅水。又有鄰蜴，

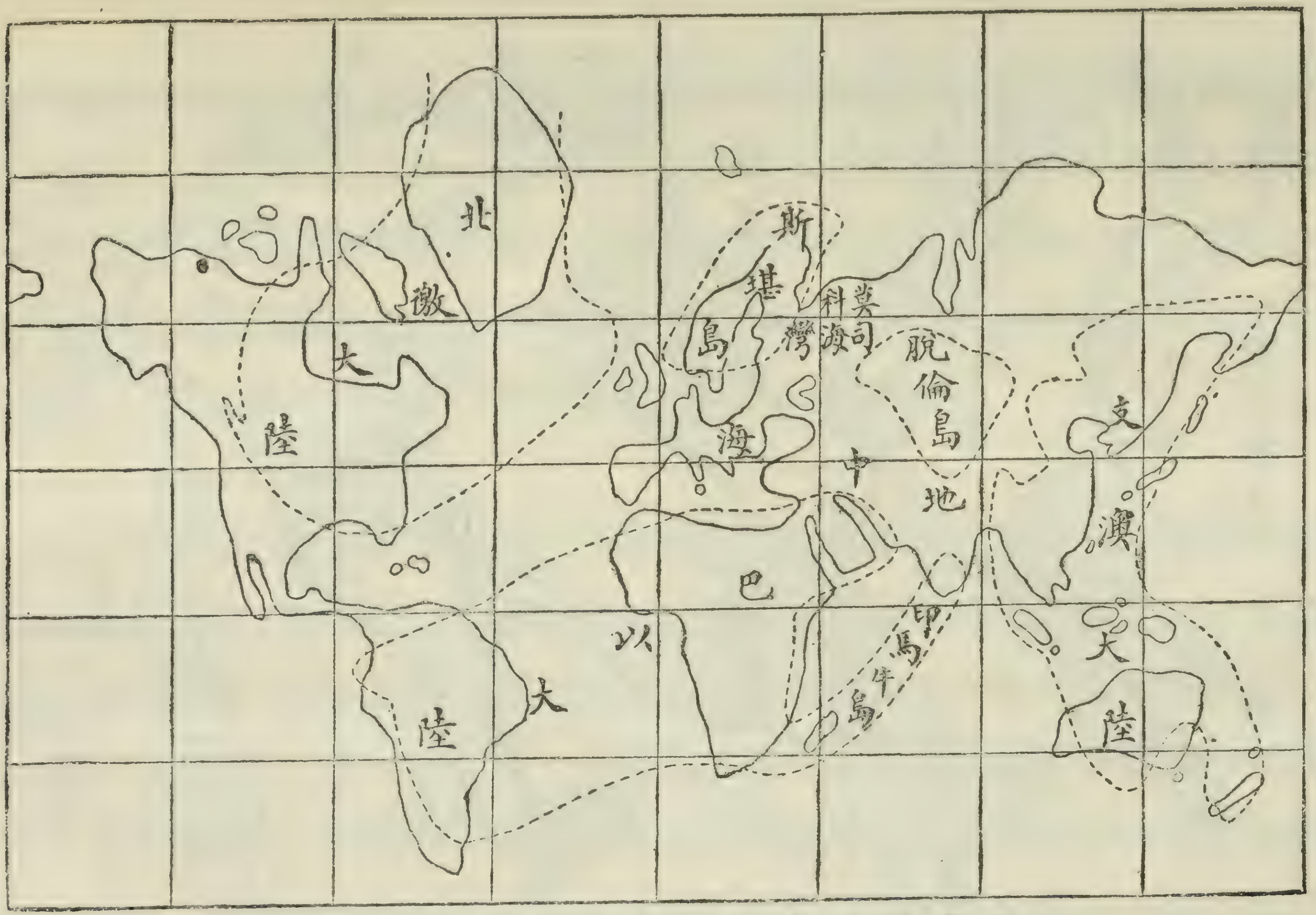
其爪亦如櫂，如現在之海獅，亦能泅水。這都是居海的。又有半陸半海的，如凶蜴，可以人立而行。凶蜴有素食的，有肉食的，其素食者更大。有翼蜴，其前肢之拇指極長，拇指及身之間有皮聯之，可供飛行之用，略如現今之蝙蝠。若教現在生存之龜蛇數典而念其祖先，應該有不勝今昔之感慨了。

飛禽之見於此期者，皆有齒而平胸，因爲牠們尙未脫除爬行之性質。但是飛禽或者是哺乳發見未久之時，從哺乳發生出來的橫出一枝的支派，不是從爬行直接而變演出來的。然而此期之飛禽，總是等級甚低，與爬行還是很接近的。

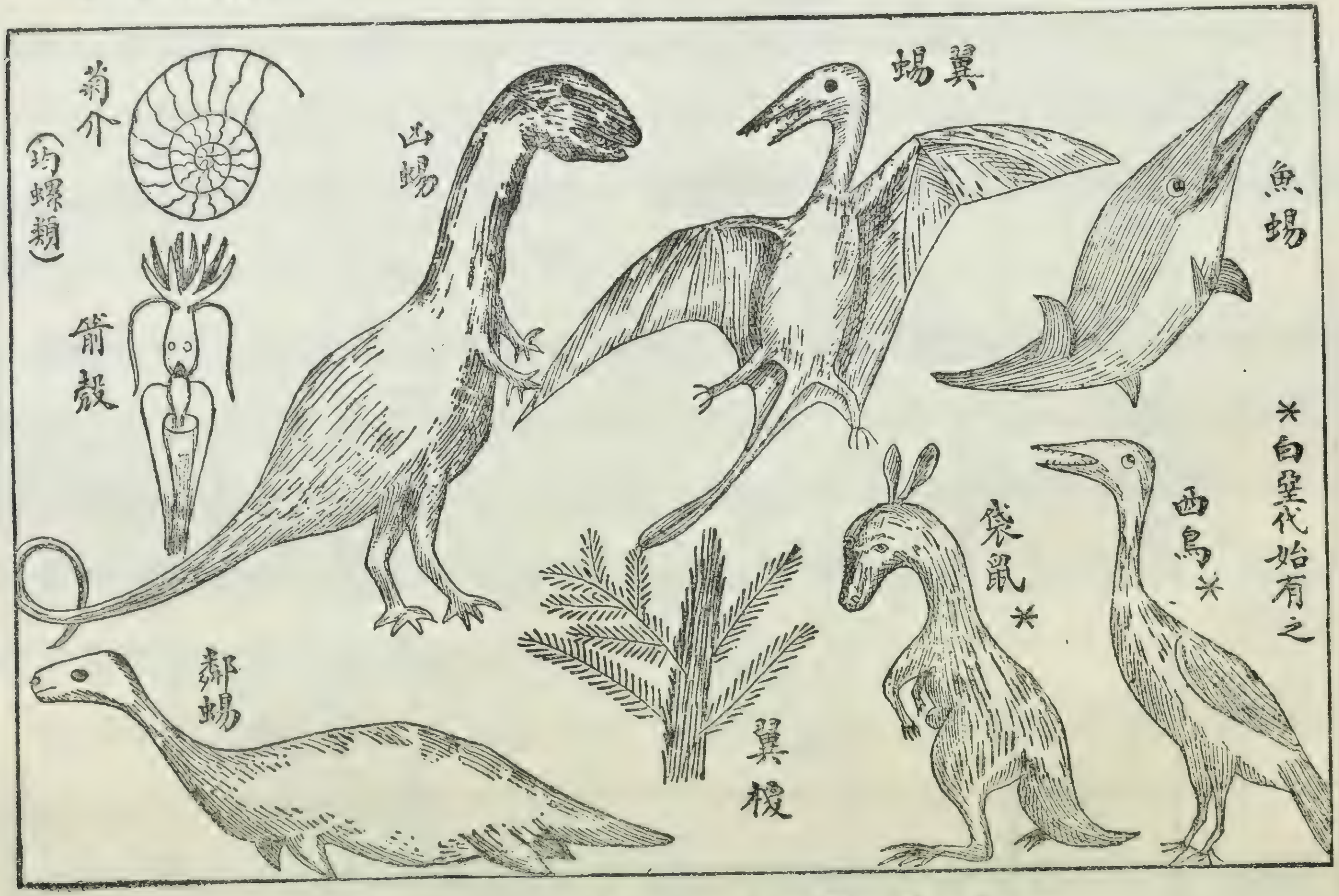
哺乳之見於此期者，皆爲有袋類（如袋鼠），或單管類（如鴨嘴獸），其肢長而尾甚大，與此期之爬行略同。

植物中蕨已漸衰，欀（葉幹類）松（球實類）等裸子植物起而代之。包子類之植物，亦已見於此期之末葉。

（三）當此期之初葉，歐亞之間，極多內海，還是上期遺留下來的。然而內海之面積逐漸



中新期中(侏羅代)球面形勢之大概



中新期中生物之一斑

擴張，自阿耳皮斯至中國，皆爲大海。至中葉時，有火山發現，東方成一大陸，叫做支澳大陸。北美洲成一大陸，叫做北徼大陸。南大西洋成一大陸，叫做巴以大陸。歐亞之間，有二大島，叫做斯堪底島、脫倫島。海與島之間，海陸交錯甚多，所以有許多三角洲停積。至此期之末葉，海面又加廣。自西歐至西亞，皆爲海，亞東澳西亦爲海。北美之西，和南美巴西亦爲海。至中新次新之交，始有殼綱行動，造成現今之大陸。

(5) 次新期

次新期中之生物，以哺乳爲主了。中新次新之交，也是生物變遷形勢變遷中之關鍵。中新期中霸盛一時的爬行動物都淘汰了，卽令有存在的，也把牠們的原來的組織變掉了。無脊椎中之菊介、箭殼、也淘汰完了，又有他種較新的生物出來代替牠們。質言之，現今生存的生物，都發迹於此期之中。赫胥黎研究出來的馬趾之進化，也是在此期發見的。至於此期中之輭體動物，和現在生存的種類相同的極多；因爲從此期到現在，沒有什麼劇烈的形勢變遷了。植物中之包子類，也逐漸滋盛於此期之中。總之，此期是

開現代的先聲的時代。

當此期中，火山發現甚多，造山殼綿之運動亦甚顯明。現今球面之最高山，如喜馬拉亞、阿耳皮司、安第斯、落機諸山，都是此期中之殼綿運動所規定的。我國遼東山東之玄武岩，似乎也是此期中之火山所噴出的。德國著名的褐煤，亦成立於此期。

(6)人生期

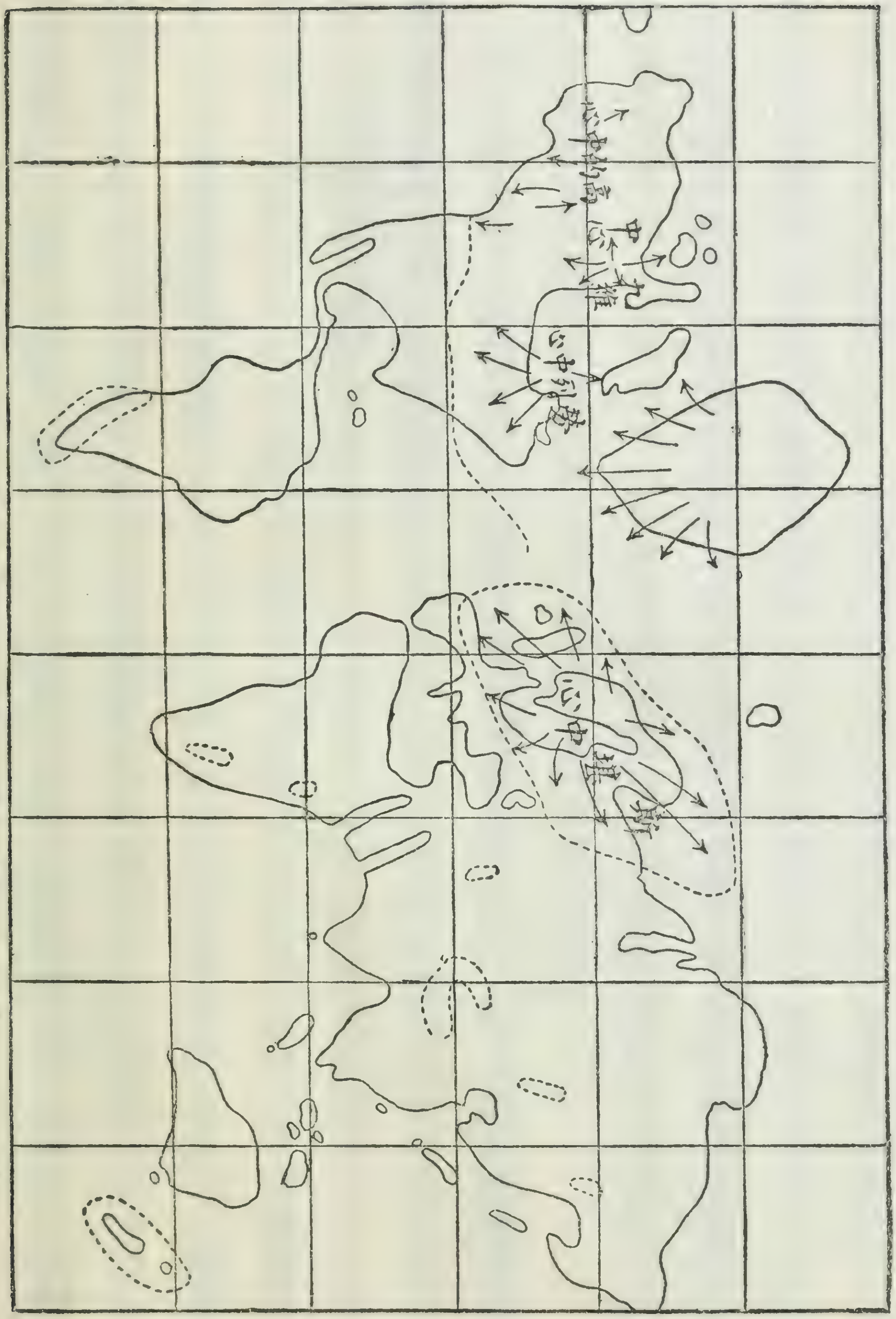
人生期中之生物，自然以人爲主了。當此期之初葉，有冰川廣被歐洲北美，其流及之區域甚廣，有如現今之北冰洋、南冰洋。故有謂地球旋轉之軸遷移地位者。他處亦有片段的冰川。人類始祖生活於這種冰天雪地之中。他們都是洞居的，有毨象與之爲伍。此種毨象多毧毛，能禦寒，不像現在熱帶的象。但是近來有人找出來在次新期之末葉，已經發見人類之遺迹，則人類之產生實在人生期之前，不過經過很長久的野蠻時代，與木石居，與鹿豕遊，方纔到了有文字記載的歷史時期。所以布郎說：夜比日長得多，考古學家的責任，就是拿燭光照明此夜之黑暗。他們把人類進化分爲三代：一曰石器代，

二曰銅器代，三曰鐵器代。銅器之發明所以較鐵器爲先的緣故，是因爲銅鑛有鮮麗之顏色，較鐵爲易尋，而銅之煉冶藝術又較鐵爲簡易得多。石器代又分爲二代，一曰古石器代，二曰新石器代；古者粗率不文，新者形式美備。古石器代又分爲二代，一曰毿象代，此代人類與毿象同居，此種毿象現今已無生存者；二曰雪鹿代，此代人類與雪鹿同居，與現今哀司基莫人略同。但是以上所分之代，自然也不是普遍全球的現今各民族之文明程度不同，古代各民族之進化，也可以有先後不同的。

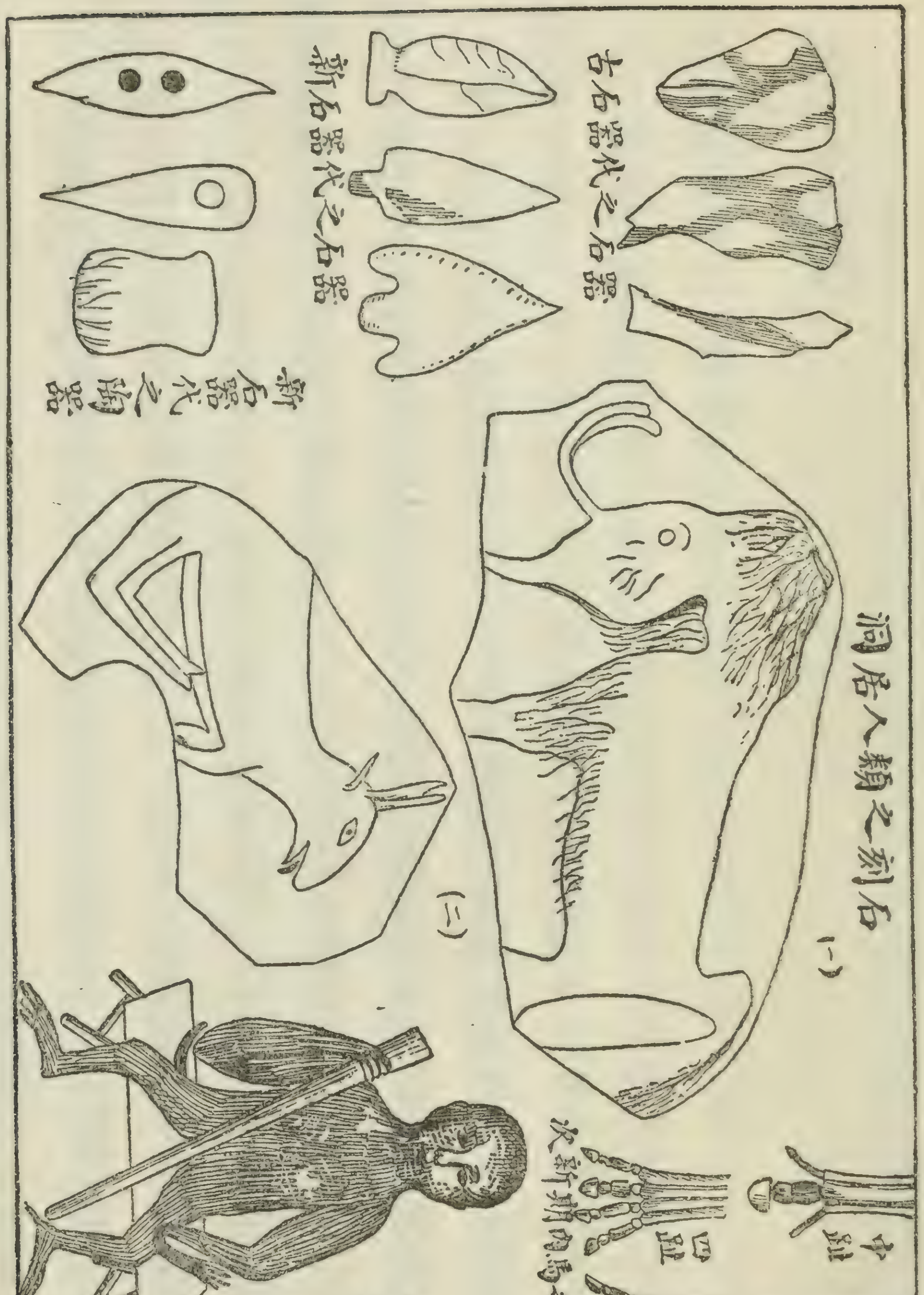
考古學家掘取此時人類之遺迹，已有雕刻圖像的石壁，有殊生動可觀者。足見初民也有審美的情感，因爲這些雕刻對於他們，決無實用的價值。

以上所說的一切，可以歸到一個哲學原理之下，曰進化，曰變遷。把這個觀念應用到一切世界上去，或者還有討論的餘地，但是物質的世界——包有機世界而言——是進化的，變遷的，已經是無可辯駁了。

從生物學裏邊，我們知道許多生物進化的理論；從地質學裏邊，我們看見許多生



人生期中冰川世中冰之分佈


古石器代之石器
新石器代之石器
新石器代之陶器
洞居人類之刻石
(一)
(二)
人猿
中趾
四趾
三趾
一趾
次第新期內馬之進化

物進化的證明。進化就是變遷。生物變遷不已，並沒有一定不移的種。所謂種者，就是有一定的形態、機能、習慣，與他種有不同的地方。生物的種，既不是一定不移的，則其形態、機能、習慣，自然都有隨時流動的性質。人類爲生物之一，當然也逃不出這個普遍的公例。推而論之，人類的語言、文字、典章、制度、風俗、禮教、行爲、思想無時不可經受適應的變遷，以期達到生存的目的。不過人爲萬物之靈，其生存之意義，較之生物生存更爲深遠而已。古話也曾說：窮則變，變則通，變遷並不是什麼稀罕的事情。所以我們看見『自古未有』的東西，用不着瞠目而咋舌。從十九世紀的人看來，自古未有出沒雲霄的飛艇；但是從中新期中之偉大的爬行動物看來，從來沒有能用口舌說話的人。

科學與哲學

把各種學術下一個確定的界說，往往不是易於做到的事情。要下各種學說之界說，不外以各該學術所研究的範圍，或其所使用的方法爲標準。然而範圍相同的，方法不必同；例如這裏有一株玫瑰花，從文學（嚴格說來應爲文藝）方面研究起來，要領會她的顏色如何嬌豔，她的香味如何幽馥，她的顏色香味，以及其他可愛的性質，如何溝成一個完全的美。從植物學方面研究起來，要考較此花之花圖爲輻射式，爲上下式，或爲不稱式，其雌蕊之位置爲高的，或爲低的。方法同，範圍也不必同；例如物理學及化學同爲用試驗方法的科學，但是物理學研究能力之變遷，化學研究物質之變遷。概括起來，把人類動作之產品分爲大類的時候，可以用方法爲標準；凡用信從的方法者爲宗教，凡用領會的方法者爲文學，凡用實證的方法者爲科學。把大類分成小類的時候，可以用範圍爲標準，凡研究有機者爲生物學，凡研究無機物者爲礦物學，凡研究物質

者爲化學，凡研究能力者爲物理學。

但是：哲學和科學的界限，應該從何處去分呢？依各種學術之互相關係而言，哲學介乎宗教文學與科學之間。牠所用的方法，也有近於宗教文學的，例如直覺哲學；也有近於科學的，例如實驗哲學。所以，若從方法一方面下手，不像文學和科學之界限之明瞭。依各種學術之消長變遷而言，近來科學發展，一日千里，似乎把哲學的領土侵略殆盡了，哲學尚有其本身的範圍與否，還是一個問題；如果是有的，其範圍究竟是什麼，也是各人有各人的說法不同。所以，從範圍一方面下手，也不是同礦物學與生物學，或物理學與化學之界限之比較底確定。我們現在把幾種說法彙集起來，分門別類而陳述之，各項之下，加以批評，全部之終，加以結論：這似乎是解決這個問題——或者也是解決任何問題——之正當方法。

（一）哲學與科學之範圍不同而其方法亦不同

（1）哲學是研究本體的，科學是研究現象的

這一種主張，質而言之，哲學就是本體論，科學乃是考訂各物度數的學術。哲學研究形而上的道，科學研究形而下的器。凡講神祕哲學的人，其立論大都如此。茲就柏格森之創造進化論大意而言，現象是貌似，本體是實在。現象是無時間性的，本體是有時間性的。現象無時間性，所以是因果的，本體有時間性，所以是自由的。因爲現象是因果的，所以我們可以用論理的方法去研究，因爲本體是自由的，所以我們不能用論理的方法去研究，我們祇能用直覺的方法去領會。這話怎麼講呢？凡無時間性的東西，無論在什麼時候都是一樣的。今天有一塊銅，受熱則澎漲，這一塊銅，到了明天，還是受熱則澎漲，就令到了百年之後還是受熱則澎漲。所以我們可以用歸納的論理概括起來說：凡銅受熱則澎漲。至於有時間性的東西，隨時把歷史加在裏邊，就同一個雪球在雪地裏往前輪轉一般（用柏格森自己所愛舉的例子），時時刻刻加大。今天有一塊銅，受熱則澎漲，這一塊銅，到了明天，固然也是受熱則澎漲，然而這一塊銅，從今天到明天，其中原子電子之互相的位置，已經不同了，這一天之中，牠同外界的空氣、日光、……及觀

察者，發生許多關係了。一塊銅的本體，要包括這些歷史而成，所以永遠不是同的。論理的推論，必定憑藉『同因必生同果』的齊一律；在這個本體界裏，既無同之可言，則論理智慧失其作用，於是我們不能不問道於直覺。他並且把許多下等動物之本能之偉大爲舉例，來幫助他的直覺學說之成立；因爲下等動物之本能，和人類的直覺都是根據於生命之衝動，本來是同樣的東西（參觀聯續和無限）。

注重這種方法的人，不但把牠應用到本體上去，他們以爲對於任何問題，都可以用這個方法去解決。試看朋加烈，自敍其伏詳函數（Fuschian function）之發明。他起首研究這個問題，深思苦慮，經兩星期之久而無結果。有一天晚上，他吃多了一點黑加非，睡不着覺正當輾轉反側的時候，他覺得有許多觀念在腦子裏馳騁衝觸，到了後來，有兩個觀念聯合起來成了一個系統。第二天清早起來，不過證明結果就完了。又過了若干時日，他跟隨礦業學校的人出去旅行，把他所研究的東西都忘了。有一天，他出去遊玩，一脚剛踏上車，一個新的理論——他所用以說明伏詳函數的變換(transforma-

tion）和非歐幾里得幾何學的裏邊的變換，是相同的——驟然在腦子裏發見出來，並且他覺得這個新理論是一定靠得住的。以後有了閒暇，他果然證明了這個理論之真實。他敍述這兩個以及其他的舉例的意思，是要表明出來那一種驟然發見的光明，——直覺——可以解決問題，可以發明新理論。他以爲凡是當我們盡心研究一件東西的時候，首先是意識的我（conscious ego）在那裏用論理的方法進行，到了意識的我停止工作了，仍有一個非意識的我（non-conscious ego）在那裏研究。研究得了結果，於是報告給意識的我，就是一個新解決，或新發明。這個非意識的我，用什麼方法去考較，我們當然無從知道，因爲『他』是無意識的。

這樣底注重直覺，我恐怕未免太過了。我們研究問題，仍當注重論理的追索，把許多舊有的觀念互相攻擊，互相分化，互相錯綜，互相聯絡，總有若干觀念聯合起來，成一個言之成理的理論。首先研究不得結果，以後驟然發見出來，自然也是間有的事情。然而這個驟然發見，仍是根據於當初的研究，並不是無因而至的。而且這樣的發明，究竟

真實不真實，仍須經過證明，其錯誤之可能，總比用論理方法直接所得的結果，還要大得多。

（2）哲學是研究知識的，科學是研究事實的

這一種主張，換而言之，就是哲學研究『知』，科學研究『所知』。所以有人說：哲學就是知識論。這是一個普遍的傾向，因爲近代哲學家多半拿哲學解釋爲經驗之分析，不像古代哲學家拿哲學解釋爲物之最後的性質之考訂。這或者也是一種進步的傾向，因爲本體是須由研究知識間接得來的。康德似乎已有這樣的區別。康德的哲學，以純粹理性之批評爲中心，換言之，就是知識論。他所研究的問題，不是知識之如何發源，如何進化，乃是知識之如何可能，根據於何種條件。前項問題屬於心理學，後項問題屬於知識論。心理學爲科學之一支，知識論卽是哲學。心理學與知識論之區別，卽是科學與哲學之區別。心理學研究各種精神的卽心理的事實，——認識、概念之成立，印像之組合，及情緒之發生，慾望之發展等等，及管理這些事實之關係之定律。知識論研究

在何種條件之下，知識方纔可以成爲知識。心理事實的研究，和生物學一樣，須用歷史的方法，卽發生的方法(genetic method)。知識論裏須用超越的方法(transcendental method)。所謂歷史的方法，乃是比較各事實之發生的多數原因，而彙集於其同者，歸之於一個定律之下。所謂超越的方法，乃是吾心之自然發見的動作。心理學中之材料，乃是個別的，起於後天的經驗。知識論中之材料，乃是普通的，根於先天的固有。前項的真實，須訴之於經驗之證明。後項的真實，無待於經驗之證明；若亦訴之於經驗之證明，往往發生衝突或虛僞(例如康德之反論，見聯續與無限篇)。但是須認定經驗之條件，卽建設經驗之範疇。此種認定或建設，乃是智慧之機能，俯拾卽是，心所同有，永久存在，非由外鑠。這樣超越的方法，與經驗無關，——其無關到什麼田地呢？他竟直說：這樣超越的自覺之中的觀念，若移置於經驗的自覺之中，或爲明瞭，或爲模糊，絲毫不成問題，甚至於或有或無，也絲毫都不成問題。但是我們必定先有此種潛隱的範疇，然後當遇着客觀的事實之時，方可分別應付，而成各種辨別的判斷。例如在分量的方面，我們

先有了單一的範疇，我們纔能判斷一件東西爲普遍的；我們原來有了衆多的範疇，我們纔能判斷一件東西爲個別的。在性質的方面，我們原來有了實在的範疇，我們方纔能判斷一件東西是有；我們原來有了虛無的範疇，我們方纔能判斷一件東西是無。

固然，本體及事實之研求，必有待於知識，猶之乎房屋之構造，必有待於工人。我們必先將『知』知道了，然後纔可以審察『所知』之靠得住靠不住，故知識論必先於本體論。然而當我們用超越的方法研究『知』之時，我們已經承認了我們當『知』之時，甚至於當用超越方法本身之時，有一個自覺之存在。這個自覺之存在，也是一個『所知，』和其他科學的事實一般，仍然有客觀的性質。所以我們無論如何超越，根本上仍然脫不了經驗的勢力。況且當研究知識之時，總要用一些由後天經驗得來的觀念。排斥實質於世界之理解部分之外，乃是人家譏誚洛克（Locke）的雋語。絕所知而言知，乃是不可能的事情。洛慈（Lotze）對於新康德派曾加一種批評，說：日日磨刀而不切東西，將成勞頓無聊的工作。這樣看來，哲學的磨刀，固然是重要的，科學的切東西，

也是很重要的。而且刀的本身，也是一件東西，卽磨刀所用的石頭，也還是一件東西，世上果有絕對超越的方法嗎？

（3）哲學是研究形式的，科學是研究實質的

依這種主張，哲學就是論理學（或直稱邏輯）。物之存在，本可以分析爲兩種東西：一是物質（matter），二是形式（form），或是說：一是原素（element），二是關係（relation）。形式或關係，必定依附物質或原素而表現，但是形式或關係之本身，另外是一個世界。牠和客觀的對象不同，因爲牠不能發生直接的感觸（例如日是圓的，月是缺的）；牠和主觀的情緒又不同，因爲牠不能隨我爲轉移（例如我的喜怒，是我所自感，不是人所共感的）。牠是客觀的，但是不是實質的。凡是沾滯物質的，都是科學，例如植物學之研究花草，心理學之研究心理現象。凡是脫離物質的，就是哲學，例如數學中之二加二得四，不問還是二人加二人得四人，或者二馬加二馬得四馬；論理學中之『若凡甲皆爲乙，今有一物爲甲，則此物亦爲乙。』祇問甲乙之關係如何，不問甲乙所代表

的實物。數理哲學及概念論理學皆爲哲學；因爲數學祇管數之較大較小或相等，不管所數的是什麼東西；論理學祇把思想當思想（卽概念）來研究，不管所思想的是什麼東西。這是概念論理學家（如漢密耳敦）及數理哲學家（如羅素）的意思。茲就羅素之立說言之。

哲學研究形式，科學研究實質。形式是普遍的，不隨時間空間而不同，實質是個別的，其中總有一些性質，是隨時間空間而變遷的。研究實質的方法，既以經驗爲本源，復以經驗爲歸宿。凡管理實質界一切的定律，須先由經驗歸納而成立；既成立了，此定律之真實不真實，仍須隨時隨地用新經驗來證明。經驗證明到什麼地方，定律就真實到什麼地方。若是有一天發見一種經驗和原有的定律不符，則此定律卽刻失其真實的地位。所以科學的定律，是可以新陳代謝的。至於研究形式的方法卻不同，牠完全憑藉理性。理性爲吾人所固有，不像經驗是由於感觸得來的。形式的真實，是永久的，牠要把過去未來都包在裏邊。因爲我們祇能經驗過去，不能經驗將來，所以我們不能憑藉經

驗來成立形式的眞實。但是，理性是不受時間限制的，所以形式的眞實，要憑藉理性而成立。經驗不能證明牠，也不能否證牠。例如論理學中有一個命辭：『凡魚皆能游水，今有鱔是魚，故鱔亦能游水。』大家都認爲是眞實的。倘若拿一條鱔魚試驗起來，把牠放在水裏，竟直同石頭一般，毫無游水的本能，在實質方面，這個命辭固然失了眞實的價値，然而在形式方面，其眞實仍然存在。因爲，這個實質的命辭，可以簡約而成一個形式的命辭：『凡屬於某類（魚）的東西，都具有某種性質（游水），如果有一件東西（鱔）是屬於此類的，則這件東西也必定具有某種性質。』其中彼此關係，永遠存在於天壤之間。至於某類是否都有某種性質——卽凡魚是否都能游水，今有一件東西是否屬於此類，——卽鱔是否是魚，卻要讓給動物學家去考查，不關哲學家的事。

由此言之，研究科學須用經驗，研究哲學須用理性。惟其要用經驗，所以要在觀察試驗上做工夫。惟其要用理性，所以注重純粹的推論。我們覺得各種形式的眞實，是放之四海而皆準，推之百世而無敝，然而又不能用『最能證明眞實』的經驗方法去證

明牠，所以我們不能不訴之於理性。依大家公認的常則說來，經驗是後天的，理性是先天的。但是理性是否能脫離經驗而獨立，無從試驗出來，故理性與生俱來之說，也不過是一種假定。詹姆司說：形式的知識，其本身亦是經驗之一種。皮耳孫以為：我們有兩個世界，一是感觸的世界，二是概念的世界。感觸世界裏的東西，是個別的，概念世界裏的東西是普遍的。但是概念世界，是由於抽象的作用，建築在感觸世界的上面；那就是說：牠沒有單獨存在之性質。例如我們必定先看見張、王、趙、李、個別的人，然後纔有『人』之普遍的概念。人類抽象之本領，也是由於『利用經驗』之本能發展而來。離感觸而言概念，離物質而言形式，離經驗而言理性，那是無根之木，無源之水，畢竟是立不住脚的。

（二）哲學與科學之範圍相同而其方法不同

（1）哲學在前而科學在後

哲學與科學，都以全世界為領土。但是，我們對於世界各部分的知識，有充足的，有

不充足的。我們研究一種東西，或爲生物，或爲礦物，或爲社會，或爲心理，先有哲學作急先鋒，探險於未知之疆域，然後有科學一步一步底切實布置起來；就同歐洲列强攫取殖民地一般，其先有教士、商人、或游歷家向各處探險，探得之後，然後有軍事家去征服，政治家去管理，實業家去發展財源，把牠弄成一片可居的土地。所以哲學重在思辨，科學重在證實。因爲對於一種新問題，我們所知道的張本過於薄弱，觀察試驗都不易於舉行，所以我們祇能用比較自由的思辨。思辨所得的結果，當然不如觀察試驗所得的結果之準確，牠帶着可辯論的色彩。所以，在科學裏邊，有時雖有兩個或兩個以上的對敵的理論，然而彼此交戰，不要多少時候，勝負就決定了，勝負既經決定，於是祇有一個理論遺存下來；在哲學裏邊，卻常時有幾種言之成理持之有故的理論，同時存在。有人竟以可辯論爲哲學之特性。這是因爲在科學裏邊，我們可以用判決的試驗（experimentum crucis）取其一而去其餘，在哲學裏邊，常有不能應用判決試驗的困難。又因爲：在哲學探險時期，我們往往可以虛設一個假定的存體，去解釋一個問題，到了科學證

實時期，假定的存體，若非萬不得已，決不容牠存在。這個奧康刀 (Occam's razor) 之限制，乃是科學中之重要的精神。古列的科學原理裏邊，是如此立論的。他並且用一種比喻，說：哲學所思辨的，等於日蝕時之模糊的部分，科學所證實的，等於日蝕時之光明的部分，但是模糊的部分以後也要變成光明的。

從學術史上看來，有一些例子，和這種立論，可以互相印證。希臘的德謨克里脫 (Democritus) 和羅馬的盧克里西 (Lucrecius) 在兩千年前已經想到物質由原子集合而成，各原子大小不同，形式不同，重量不同，原子相碰，則可互相衝動，原子的結合與衝動，完全由於物理的力量，並無神道力量夾雜於其間。他們的原子論，實在是哲學的思辨。一直到了十九世紀，達爾敦纔從多數含炭氣體之試驗，證明原子之存在與其結合，於是規訂原子論中之各種定律。物質一元之說，在希臘時代，也已經有人想到，不過他們有以爲是原於水的，有以爲是原於火的，有以爲是原於空氣（卽風）的，有以爲是原於土（卽地）的。一百多年前，蒲勞司特 (Proust) 以爲物質由於原質之積合，而

各種原質皆由於輕之集合。這都是摸索窺探的思辨。一直到了近來三十年間，由放射化學及光學方纔證明各種原質都是由於同一的基本物質——電子——集合而成，並且把這些電子之電學的性質及管理電子行動的定律都考訂明白了。不過近代科學中所說的物質之一元爲電子，古代哲學中所說的物質之一元爲地水風火之一而已。然而各種論理中之要點，皆爲物質一元，雖是隔了一兩千年，其立論的綱要，仍然是一致的。

但是哲學之思辨，亦不可過於勇猛，以致與證實的科學，不相銜接。十字軍中『童男女無罪必能克敵』之荒謬的見解，佛經中『三千世界』之想入非非的宇宙觀，何曾不是思辨的結果？牠可有哲學的價值呢？這是所謂純粹的唯心的構造 （mental synthesis）。唯心構造的危險，不但是科學哲學所不能容，也是尋常思想中所必須避免的。培根說：人類智慧之前進，不必加翅膀去鼓舞牠，但是要墜一個鉛鉈去滯留牠，就是因爲要防杜思辨過甚之弊病啊。

（２）科學在前而哲學在後

牠倆也是以全世界爲領土，但是科學先從局部方面詳細考察，把各局部研究所得的結果聚在一處，於是哲學集其大成，組織一個系統起來，安置於一個普遍的原理之下。這似乎和普通論理學中所講的歸納的方法，是一樣的。然而這個哲學的組織，比普通歸納方法更爲深遠一層，更爲抽象一點。普通歸納，是從事實而構成定律；哲學組織，是從各科學中之原理、理論、定律、而構成更普遍的系統。例如從水至百度即沸騰，至零度即結冰，水銀至三百六十度即沸騰，至零度下三十九度即結冰，炭養二氣至零度下八十度即沸騰，至零度下二百餘度即結冰幾個例子，而構造成一個定律說：凡物質皆可依溫度之高低，而變遷其狀態；這是普通的歸納。又如從化學中物質之化分化合，物理學中能力之互相變換，生物學中生物之歷代分衍，地質學中球面之海陸遞變數種理論而組織成爲『宇宙是進化的是變遷的』一個宇宙觀；這是哲學的組織。由此言之，科學在前，故其方法重在分析，哲學在後，故其方法重在綜合。分析不離個別的事

實。其結果在於事實之描寫，發見各種事實之性質及其彼此的關係。綜合是到了普遍的原理，其結果在於全部之了解，及全部與局部之關係之了解。據此而言，全部不僅是各局部相加之共總，各局部之所得，加在一道，仍須經過抽引匯歸的手續，然後能成一個系統；這纔到了解之地步。分析得愈密，則其所得的結果，愈確切而精微。綜合分子愈多，則其系統所包含的範圍愈廣；綜合層次愈多，則其系統愈高遠而難明。因此：所以有人把哲學叫做科學之科學（scientia scientiarum）。但是論理學也叫做科學之科學；這兩個實在有不同的意義。論理學之所以叫做科學之科學，是因爲各科學之建設，都必定要用論理的方法。哲學之所以叫做科學之科學，是因爲哲學要用科學所得的材料，來構造牠的系統。薄耳孫（Paulsen）的哲學引說，和唐姆孫（Thomson）的科學引說裏所陳述的，大概也是如此的。

從學術史上看來，也有一些例子，和這種說法相符合。在試驗的方面，有物理學證明了熱光電磁之互變，有力學證明了潛能力與動能力之互變，又證明了熱與動能力

之相同，又證明了永行機器之不可能，然後纔有熱動學中之能力不滅，能力自不平漸趨於平兩條普通的原理。有了這個原理，纔有能力論中『能力主使一切』之觀念。自生物學發明了『機關用之則發展，廢之則退縮』種種事實，化石學中發明了許多古有今無的生物，及地質變遷與生物變遷之互相的關係，歷史學中考訂了一些民族與衰隆替之理由，然後纔有一個普遍的有科學意義的物競天擇之進化論。自化學證明了原子之存在，而『物質之成分是個別的，不是聯續的』之說穩固了；自電學與放射化學發明了電子之存在與其行動，而『電爲原子所組成』之說（言電之成分亦爲個別的）方能成立；自光學研究出來光份之浪長爲整數之函數，而量子論（言光亦爲個別的非聯續的）方能成立；有了這些局部的基礎，我們方纔有『一切物質能力皆非聯續的』之普遍的理論。近代的多元哲學，以爲宇宙爲無數的多元組合而成，雖然在歷史上還有其他的哲學根據，不是完全根據於這些物理化學的新發明，然而實在是因爲有了這些新發明，然後敢於出而問世，毫無怯縮的態度了。

但是：哲學集其大成，固然有莫大的功勞，然而過於急速的綜合，和過於冒險的思辨，有同樣的危險。若是科學分析尙未底於完密之時，而哲學就遽然收拾起來，打一篇報捷的通電，其結果不免於自欺而欺人。達爾文做了十九年的觀察試驗，然後綜合成爲他的進化論。還有許多科學家做了一生的工作，僅僅把局部的事實描寫下來，竟直未曾做過廣大的綜合。朋加烈說：古人綜合，我們笑他以不同爲同，我們綜合，又安知後人不是同樣底笑我們呢？人類本有好作綜合的癖性，我們對於這一層，還應當有相當的防備啊。

（3）哲學是全部的，科學是局部的

哲學立原理以統事實，科學就事實以求原理。所以哲學的方法，是先有一定的原理，而後卽事實以印證之，如果事實有複雜或有不盡明瞭的性質，則僅僅選擇與此原理相符合的事實來做輔助。科學是以事實爲事實而研究的，決不穿鑿事實於原理之下，亦不避免衝突的事實，而保持固有的原理。哲學中用作根據的原理，是從信仰、或武

斷、或直覺、或理性的方法規定下來的，既經規定之後，奉守之而不移。科學中除叙述事實之外，也有原理，但是科學中之原理，是根據於觀察試驗而得來的。若是後來觀察試驗的新事實，和固有的原理不符，科學很願意修改，甚至於完全拋棄她的固有的原理。這就是所謂試驗室裏的態度。必有如此的態度，而後科學纔能有切實的進步，纔能有新異的發明。馬赫 (Mach) 不甚滿意於一班哲學家的態度，其對於科學與哲學之批評，大致是如此的；他並且具體底說明科學方法與哲學方法之不同。試爲述之如下：

哲學家總要解決物之真相和我之真相兩個問題。這兩個問題未曾解決，他總覺得跼蹐不安。他要引導科學家去顯露這種不成問題的問題，而把其他問題——心物相交而發見於感觸界的現象——付與實證科學家去研究。但是科學家所貢獻的最近的結果，——不是與事實相離甚遠的結果——又不足引起哲學家的注意。他們早已知道了，或者他們相信他們早已知道了宇宙之基礎的原理。不特如此，他們還要用他們的原理，來批評科學所得的結果，甚至於修改科學所得的結果，以適應他們的需

要；或者因爲科學所得的結果，和他們的氣味不相投，他們也可以拋棄之而絲毫無所顧惜。科學家的思想與工作，與以上所說的大不相同。他們不幸，沒有一個不可動搖的原理作護身符，所以他們把他們的理論觀念——縱然是有根據的——都當做臨時的假定的東西，就是實驗哲學裏邊所謂利於進行的工具。他們當工作之時固然有理想的目的，但是牠的實現是偪近的，是緩進的，往往留之將來，而不妄詡爲已有；因爲一個問題中各分子之關係常是複雜的，不是立刻可以一目了然的。所以科學家永遠有勞苦的工作而無止境。

這樣的詆譏哲學，或者也不足以折服每個哲學家的心。篤信一個無可懷疑的原理，而使所有的事實迎刃而解，本是哲學家笛卡兒的態度。就是科學家達斐，遇着試驗的結果與原理所預測者不同的時候，也是寧可懷疑試驗之錯誤，而不懷疑原理之差謬。足見篤信原理，並不是要不得的劣根性；不過要看此原理之來歷如何。如果牠是經過嚴密的方法鍛鍊出來的，則我們對於牠的態度，雖不至於效死弗去，然而也不能棄

若弁髦。換言之，如果我們相信一種原理之篤實之程度，要和此原理準確之程度爲正比例，也就庶幾乎可以無大過矣。

(三)總論

從以上各種理論之中，我們看得出一些共同點。哲學是偏重理論的，科學是偏重事實的；哲學是偏重思想的，科學是偏重試驗的；哲學家多用腦，科學家多用手。在崇尚哲學的人看起來，哲學精微，科學淺陋，哲學扼要，科學逐末。在崇尚科學的人看起來，哲學渺茫，科學切實，哲學武斷，科學謙虛。依歷史沿革和近代趨勢而言，哲學的歷史甚長而進步甚緩，科學的歷史甚短而進步甚速。因爲哲學中的結論，沒有切近的證明，所以易於發生辯論；科學中的結論都是緊密依據於觀察試驗的，所以其所得的領土，雖不是『子子孫孫永寶用，』然而卻不是朝秦暮楚，旋得旋失的。而且近代哲學，都有科學化的性質。這不是因爲科學勢力大了，而使哲學屈伏於其下，是因爲哲學在歷史上所製造的虛浮無着的辯論，實在是太多了。拘迫過久，則思解放，紊亂過多，亦思秩序，於是

我們漸漸覺得要多在耳聞目見的方面做工夫。假使現在有一個哲學家，因爲他自己偶爾高興，不管事實究竟如何，依隨他自己的癖性建築一個哲學系統起來，其立脚總是不穩固的。惟其因爲立脚不能穩固，所以大家對於牠也沒有久遠的信從，則此系統之摧毀，或者比此系統之建築，還要容易。所以我們可以說：科學是要用科學的方法，哲學也要採取科學的方法，換言之，卽具有科學的精神，方能成爲哲學。二者之方法漸漸底要趨於一致了。

由此言之，哲學與科學之範圍，既不能有此疆彼界的區分，而二者之方法，又漸趨於一致，則在宇宙方面凡哲學所應研究的，都可以付與科學去研究，在人生方面，凡哲學所應解決的，都可以付與科學去解決；那麼，祇要科學昌明，哲學將由衰弱而漸至於滅亡了。是又不然。『哲學爲科學之科學』之一個命辭，實在包含着深切的意義。哲學固然不能脫離科學而另有獨立的存在，但是哲學仍然有牠的合法行使的職權。牠的職權在什麼地方呢？就是各種科學之和。哲學之和一各種科學，與各種科學之和一

其範圍以內的真理(卽各種科學中之假定理論定律等等)一般各種科學之和一,可謂低級的和一,哲學的和一,可謂高級的和一。後者之自然性,及其合法與重要,與前者相同,不過提高一層罷了。如果沒有這個高級的會同的和一,——如果各種科學,各自有其最後的目的,而又與其他科學無關——則各種低級的科學,竟直不能成立。若是有哲學來盡這個會同的職務,則各種科學本身之重要或附屬之地位,及其間之秩序與諧和之關係,都可以有適宜的處置。此不爲彼而犧牲,但是,惟其因爲彼此有互相的關係,且爲全體之一部,而反得其尊重的價值。

我們若能了解各種科學之性質,而使之分工合作,則彼此皆得不少的互助。有一些問題,不是一種科學所能解決得了的。笛卡兒因爲了解代數與幾何之性質,而以代數的分析去研究曲線之性質,於是創設解析幾何,爲科學開闢一個新途徑。放射化學方面鐳之研究和電學方面X光線之研究,共同創立物質之電子論。代數與幾何是如此,物理與化學是如此,進而至於理化與博物也是如此,再進而至於自然科學與社會

科學，也是如此。各科專門研究，祇能增富各科的知識至一定的程度，若想再行前進，須有較寬大的眼光——卽是照注其他專門科學的眼光——爲之引導，方可底於成功。

而且：我們的胸襟是天然狹隘的，我們應當防備而更正，不應當固定而增濃。文學家看見商人，鄙視之爲市井之狙儈，而商人又以爲文學家是住在寒冷不適用的月宮之中，可笑亦復可憐。科學中分界太嚴，和宗教中分界太嚴，同爲人類之不幸。我們研究一種專門學術，祇知道此種學術裏邊之曲折深邃的處所，我都探尋得無微不至了，而對於宇宙人生的大體卻以爲毫無價值，而漠不關心，一旦使之應付此種學術以外的問題，往往流於乖僻背謬而不自知。我們尊崇我們自己所專一學術，而看不起其他學術，和一個人專門尋找人家的短處，同爲道德的錯誤。在行爲方面，我們固然不能實踐所有的善，但是我們應該愛慕所有的善；在知識的方面，我們固然不能得着所有的真實，我們也應該培養對於所有的真實之愛慕。這一種培養的責任，就是哲學——科學之科學——所應該擔負起來的。

總之，科學致力於事實之分析，哲學致力於原理之綜合。祇要我們以科學爲基礎，而綜合又不陷入於急遽的弊途，則哲學不會成爲幻想的構造。同時，有哲學以總集科學之大成，則科學不至於破碎支離而無所歸宿。那麼：哲學與科學，既可以得着一與多的諧和，而各種科學又可以得着彼與此的諧和，那就是分工合作的好結果了。

科學與美術

科學和美術，都是人類動作的出產品。但是這兩種出產品，卻具有——至少大家都以爲如此——不相調和的性質；他倆的不相調和的程度，雖是不及科學和宗教不相調和之程度之高，但是一定在科學和哲學不相調和之程度之上。至於科學家和美術家的本身，往往也抱持各自極端的意見。科學家說：美術是完全憑藉主觀的偏見弄玩意，倘若美術統治了人生的疆宇，世上人都要成爲瘋子了。美術家說：科學是一件死板板的東西，倘若用科學來分析人生，不過剩了幾根枯骨頭，那還有什麼價值嗎？

我們持平而論，科學起於智慧的動作，美術起於情感的動作。這兩種動作，都是人生的一部分。人生有一個完整的和一，其各部分的動作，似乎不會互相衝突互相排斥，以至於絕對不能相容。牠倆既是人生不同部分之動作，牠倆自然有歧異的地方牠倆既然同是一個人生的動作，牠倆自然有聯絡的地方我們現在把牠倆的歧異和牠倆

的聯絡，分爲兩層來討論。

（一）科學和美術之歧異

（1）科學是客觀的，美術是主觀的　科學是研究眞實的，美術是宣發美感的。科學研究之步驟，先將對象的眞相，盡量底用客觀的方法描寫出來，然後再尋覓各種對象之彼此的互相關係，用一定的定律或公式，排列成爲系統，不容有絲毫情感，攙雜在進行步驟之中；所以科學的結果，是人人必須承認如此的。美術宣發美感，美感也是一種情感。凡情感皆可以隨時地而不同。美感也是如此。無論在創造者的方面，或是在賞鑑者的方面，都是主觀的動作，可以因人而不同，——至少也可以因人而微有不同。但是這樣說法，要引起兩個疑問：（甲）美術固然是主觀的，科學也不是完全客觀的。科學乃是人類智慧的出產品，智慧也是內部生活（精神生活、心靈生活、我、心、自己）的一部，卽是主觀方面的一部分。太陽系各星球之距離，不經智慧的排列，不能成爲鉢德定律；銅鐵受熱而澎漲，不經智慧的綜合，不能成爲『凡金類受熱則澎漲』一個普

遍的命辭。至於其他包含事實較多的理論，必須憑藉於智慧之構造，那更是不待言了。科學知識，乃是秩序的物，和智慧的我，共同組織起來的。而且認識之起點——概念之構造——由興趣而發生，所以有『智慧是用情感洗刷過的』的說法。這樣說來，科學何嘗是完全客觀的呢？對於這個疑問，我們的答案是：科學中的定律、假定、理論、等等，照以上的說法，固然有主觀的分子——智慧——夾乎其間。然而我們所說『美術是主觀的，』卻另有不同的意義。美術者，乃是指美術作品（work of art）而言。一件美術作品，必須我們感覺牠的美，方能成爲美術。這個感覺，乃是『美術之所以成爲美術』之重要條件。一齣很好的音樂，必須我們聽了，能夠發生不知肉味的興會，方纔成其爲美術，否則不過是一片嘈雜的聲音；一幅很好的字畫，也必須我們看了，能夠發生悠然神往的情致，方纔成其爲美術，否則拿去蓋酒罎也可，甚至於拿去上茅廁，亦無不可；不像科學中的定律，人人都覺得是一定不疑的。所以一個科學定律的真實，我們可以用權威（authority）叫人家去相信；一件美術品的美，我們祇能用薰陶（也可以說感化

(influence)」叫人家去贊同。(乙)科學固然是客觀的，然而美術也不是完全主觀的。茲就寫實的油畫而言，天然界裏有什麼山水草木，他們就畫什麼山水草木，天然界裏有什麼亭閣樓臺，他們就畫什麼亭閣樓臺；這完全是天然的影子，豈不是客觀的嗎？再就寫實的小說而言，牠是把社會實在的狀況赤裸裸底和盤託出，豈不也是客觀的嗎？對於這個疑問，我們的答案是：一個美術家當創造作品的時候，無論如何用客觀描寫的方法，總免不了要經過幾度剪裁(selection)。他將可以表現他所要表現的性質的部分呈列出來，而拋棄與此性質無關的部分。他決不能把客觀界裏一草一木、一蟲一鳥、一磚一瓦、一舉一動、——總而言之，一點一滴底盡量描寫出來。而且這一層剪裁的適宜與否，就是美術家成功和失敗的關頭。至於小說家，無論是如何底極端寫實派，其所著的小說之中，總免不了——並且總有許多——同情、羨慕、憐惜、惡恨、種種情感，充滿於字裏行間，決沒有像科學敘述那樣客觀的。油畫家有一句話，說他的顏色，有他的腦子和在裏邊；其實美術家的作品，豈但是有他的腦子和在裏邊，他竟直是把他整個

的人和在裏邊。所以一幅油畫和一張照相不同，一篇小說和一段歷史不同。前者是美術，是主觀的，後者是科學，是客觀的。

（2）科學是普遍的美術是個別的　科學在概念上進行，美術在情感上進行。科學定律理論裏邊所講的東西無一不是抽象的概念。科學說：凡金類受熱則澎漲，所謂金類者，是包含一定性質（例如金類有一定的光澤、堅度、及其傳熱傳電等等性質）的概念，並不是指這一塊具體的銅，或是那一塊具體的鐵。所謂受熱者，乃是溫度增高（或依物理學而言，是分子行動之速率加大）的概念，也不是說用這個酒精燈所發生的熱，或是用那個電阻爐所發生的熱。所謂澎漲者，是體積加大的概念，也不是這件或那件東西的澎漲。把這三個概念聯合起來，就是一條『凡金類受熱則澎漲』的定律。固然，這樣的定律，必須憑藉事實，纔能構造起來。然而從感觸界的事實到概念界的定律，已經經過一番抽象的工夫。惟其是抽象的，所以是普遍的，放之四海而皆準，推之萬世而無敝。美術卻不如是，當美術家創造美術的時候，他從感觸的方面，或記憶或幻

想的方面，得了若干材料，加了他自己的情感，——愉快、悲哀、憤恨、憐惜等等——再用他的經過訓練的手術表寫出來，然後成一種美術品。這件美術品，是外面的材料（記憶、幻想之最初的根源，也是由外面來的；說見下篇）和裏面的情感，如膠似漆的攙合在一起，不能分開的。外面的材料，不能每次完全一樣，裏面的情感更不能每次完全一樣。所以各美術家的美術作品，不能完全一樣；卽就同一的美術家而言，他每次的作品，也不能完全一樣。以臺閣華貴的王維，而可以說出『雨中山果落，燈下草蟲鳴』一類凄涼冷靜的話頭；以淡泊閒放的陸游，而可以有『樓船夜雪瓜洲渡，鐵馬秋風大散關』一種英豪奮發的感想。美術爲宣發情感之動作，情感本是隨時變遷的，所以就美術而言，今天的我和昨天的我宣戰，本不是什麼了不得的怪事。這樣的衝突，是哲學家所最忌諱的，不是美術家所最忌諱的。總而言之，每一件美術作品，是一叢顏色，或是一節聲音，或是一篇文字，或是一片金石，和創造者當時的美的情感之經驗之雙方的化合。到了美術之愛者賞鑑的時候，觀摹游泳，一往情深，從這些顏色、聲音、文字、金石裏邊，領略

到美術家創造的時候所有的美的情感之經驗。恰當此時，美術之愛者似乎他的本身到了美術家的境界，他看見美術家的人格活現在他的眼前，借成語來講，可以說是見堯於羹，見堯於牆；他又和美術家深表同情，休戚與共，借成語來講，可以說是象憂亦憂，象喜亦喜。美術之愛者和美術家中間的路途，不是時間空間所能隔得斷的；祇須有美術品爲媒介，彼此可以互通聲息，甚至於彼此可以和合而爲一人。這是美學裏所叫做的自由的宣發（free expression）。自由的宣發之意義，就是說：美感是可以依附美術品而重行發見的；也就是說：一個創造家可以用美術品把他的美的情感之經驗宣發出來，而且這個美術品到了賞鑑家的面前，又可以宣發與創造家同樣的美的情感之經驗。無論時間是如何底長，空間是如何底遠，這種自由的宣發，仍然是毫無滯礙的。所以美術作品，和實在的天然風景不同；因爲風景隨時間而變遷，——無論是如何底微緩，牠總是在那裏變遷——今天的玩賞家，和明天的玩賞家，決不能玩賞完全同樣的風景，即不能宣發完全同樣的情感。美術作品和科學定律又不同，科學定律在發明家

的眼裏，和在學習者的眼裏，固然都發生同樣的意義，但是決沒有情感的反應羼雜在裏邊。總而言之，美術者，是就美術作品而言，每一件美術作品，是一定的顏色聲音等等客觀的材料，和一定的悲哀愉快等等主觀的情感合組而成的。這些組合體，乃是一個具體的共總。惟其是具體的，所以是個別的。

（3）科學是應用的美術是游戲的　我們的生活，本來有兩部分：一部分是應用的工作，一部分是非功利的游戲，——一部分是『勤有功，』一部分是『戲無益。』我們試看我們家裏所豢養的貓狗，他們喫飽了的時候，還要彼此互相追逐，互相脅撲着鬧玩意兒。未成年的兒童，喜歡游戲，那是不待言了。就說我們已經成年的一班人罷；到了沒有嚴重的責任負在肩背上的時候，我們也要找幾個朋友來談天，或是出去到什麼地方去旅行。若是用應用的功利的眼光看起來，當談天旅行的時候，我們所說的話，那一句不是廢話，我們所走的路，那一步不是寃枉路。應用的工作，完全以維持生命爲目的。非功利的游戲，與維持生命之目的漠不相關，及其興之所至，一切可以破除，甚

至於可以犧牲性命。這兩種活動，都是人生之自然的活動，而且也是人生必需的活動。沒有第一種的活動，則人類之生活基礎無從維持，沒有第二種的活動，則人類之生活意趣無從宣達。科學是屬於第一種的，美術是屬於第二種的。

但是有人對於把『科學屬於應用的』這一層，可以發生疑問。他們說：科學之中有兩類，一是應用科學，如各項工程學，二是純粹科學，如各種理論科學。凡純粹的科學，其目的在求知，既不以應用爲起源，又不以應用爲歸宿（參觀科學方法的引說），何以能說所有的科學，都是應用的呢？這個疑問不難答復。我這裏所說的『科學是應用的，』有兩層意義，試爲陳述於下：

（甲）凡是科學，無論爲應用的，或是爲純粹的，和普通應用的工作，都是採取同一的途徑。此項途徑維何，就是因果律的原理。大凡各種動物，都有利用經驗的本領（profit by experience）。一隻松鼠吃了一個色紅而形圓的葡萄，覺得其味甚甜，而又可以飽肚子，下次見了其他色紅而形圓的東西，就聯想到甜味而又有可以飽

肚子的性質。其意若曰：紅色和圓形是因，甜味和牠的可以飽肚子的性質是果；這就是所謂獸類的因果之信從（animal believe of causality）。在比較簡單的天然環境之中，牠們有了這樣的信從，牠們的生命就可以維持下去了。不過到了比較複雜的人為環境之中，僅此有這樣的信從，有時還要歸於失敗。飛蛾祇『知道』有光的地方必定溫煖，而不知道燈燭可以傷其身；被拘的雀子祇知道凡是可見天日的地方，必定有自由的出路，而不知道窗子上的玻璃乃是穿不過去的城牆。所以人類的智慧，因之而特別發展；因為他們要在複雜現象之中，不為貌似所蒙蔽，而尋出真正因果的關係，方能應付逐日發現的問題，而達到維持生命的目的。科學之構造，以因果律為脊椎，她是智慧之最精密的結晶品。然而科學之進行，並不是於日用尋常的心思材力之外，另外闢一個谿徑的；我們研究原子之組織，和我們審度交易所之勝負，同是用智慧之活動。這種活動，原來是為應用——維持生命——而發生的。所以上面說，科學和普通應用，採取同一的途徑。

（乙）依實驗哲學講來，天下就沒有真正純粹的理論科學。一種科學之最近的發源，和最近的效果，可以和應用毫不相關；但是牠的最初的起源，和最後的效果，還是和應用有密切的關係，——不但有密切的關係，並且就是應用的本身。試舉一例而言，一個野蠻人摘穀果而充飢，完全是應用的。但是因爲要增加穀果的收入，於是乎要研究土壤之肥磽，要研究氣候之涼煖，前一層就牽涉到化學，後一層就牽涉到氣象學。到了化學分析各處的土壤，又牽涉到地質學；到了氣象學說明四季之中，地球與太陽之關係，又牽涉到天文學。到了地質學研究化石，又牽涉到動植物學；到了天文學計算恆星之出沒，又牽涉到數學。所以一種科學，其純粹之程度，無論如何底高，總是間接和應用有關係的。野蠻人類和文明人類之不同，就在此點。野蠻人類祇能直接滿足維持生命的慾望，文明人類能够間接滿足維持生命的慾望。野蠻人類必定耕而後食，織而後衣，文明人類可以不耕而食，不織而衣，但是他們所做的工作，卻是都和耕織有聯貫的關係。這就是分工的原理。這樣說來，不但科學中所用的

方法和普通應用相同，而且科學的本身就是應用。

至於美術則不然，牠的任務，是宣發我們的濃爓的美感。美感原是一種情感，情感是盲目的。牠祇知道——或是不知道——愉快、悲哀、雄壯、纏綿。牠決說不出來：愉快何自而來，悲哀底於何境，雄壯之內涵如何，纏綿之外延奚似。倘若你能夠把這些答案源源本本底說出來，那是你的智慧說出來的，不是你的情感說出來的情感。祇能覺得，智慧方能知道。當我們用智慧來分析情感的時候，情感的本身已經過去了；不過我們承認：我們可以把牠當作其他記憶的客觀事實同樣去研究罷了。人生祇有智慧可以指導我們走上維持生命的途徑（下等動物有本能維持生命，但是智慧是由本能進化而來；參觀生物進化篇）。情感是沒有這個本領的。美術就是情感之宣發，所以美術是不能應用的。

因爲科學以應用爲依歸，所以科學和日用生活中的應用工作，都要把宇宙的全體分成片段來考較。必定這樣分析，方纔可以預測。預測乃是科學之能事，亦是普通應

用所極注重的一層。例如當我們看見一塊銅的時候，牠的無限的歷史，及其與他物無限的關係，都呈獻於我們的面前。惟其因爲我們要考較牠，所以我們衹能把牠的一定的性質選擇出來，構造成爲一個概念。我們有了銅之堅硬之概念，我們就可以拿牠來打一把刀（普通的應用）；我們有了銅之『受熱則澎漲』之概念，我們就可以寫一條定律說銅受熱則澎漲（純粹的科學）。因爲美術不受維持生命的勢力所壓迫，所以牠不要計較成功或失敗的結果。（卽如預測將來一類的作用）。因爲不要計較這些結果，所以不要研究彼此因果的關係，牠要把宇宙全體的美整個兒領會得來。這樣的領會，乃是美術家或美術之愛者的內部的生活和宇宙全體兩相凝合兩相印契的徵象。美術作品，不過是二者中間的介紹，爲領會宇宙全體的美之一個鑰匙，做一個象徵的記號而已。我們看了一幅秋山平遠的圖畫，我們所能領略得到的，乃是一種淸遠靜逸的意味，決不只圖畫上所寫的幾片青山、幾株紅樹；我們讀了春江花月夜一篇詩歌，我們所能領略得到的，乃是一種雋朗活潑的氣象，決不只詩歌中所載的一條長江，

一輪明月。然而這還可以說：圖畫詩歌是天然風景的印影，印影和實在，必有大部分的類似，所以我們可以由代表想到本身。我們再就音樂而言，我們更可以看得出美術品實有介紹之性質。凡文明人類的音樂，不是僅僅摹倣天然界的聲音的，牠完全是聽官之刺激，沒有其他的背影。但是我們以這樣刺激為介紹，可以領會宇宙全體之美，可以宣發我們的內部生活之變遷及其發展之層次。這裏似乎有些神祕的意味；借人家成語來講，可以說是：『心存六合之表，神遊太始之初，窅杳之中，無物無我，不障不礙，而宇泰定焉，天光發焉，乃極樂處也』。（參觀附註）。倘若你一定要問一個美術家：他領會得對不對，他的內部生活之變遷與發展，和已經用智慧分剖過的客觀界是否兩相符合、兩相印證，他必定說你是俗人，笑你是傻瓜，甚至於破口罵你是冥頑不靈的動物。因為他原來就不負這個責任；這個責任，是科學家所應該負的。

【附註】　清朝乾隆時代有一個布顏圖論山水畫，有與此種說法相似的地方，茲特附註於下，以見吾國美術理論之一斑。

或問山水畫學何由而好也？曰，吾不知其然而然也。似有所不能已者也。竊思吾之所不能已者，殆有所偏僻而溺焉。蓋人之性鮮得中，必有所偏好。人之所好，人皆知之，有博弈而好焉，有服飾而好焉，有珍味而好焉，未聞有山水而好焉者。夫山水之間，冷塢荒陬，棘籬茅舍，而居之者淡

然，而視之者渺然。人之所必不好者，而吾獨溺之，是吾之所溺，不溺人之所溺，而溺人之所不溺，此問者之所大惑不解者也。不獨問者惑而不解，而吾亦無以自解也。豈其爲名乎？而身膺顯爵，虛譽無所取。豈其爲利乎？而體腹充饒，衣食無所仰。豈其爲人乎？而繪事末技，於人無所重。豈其爲己乎？而墨瀋淋漓，於身有所勞。既不爲名，又不爲利，且不重於人，反勞於己，而吾乃孜孜於斯，屹屹於斯，雖毫末而筆走不輟，吾眞無以自解也。此吾之所謂不知其然也。顧不知其然而然之中，必有然其然之據。吾試思之，其先天之葆光乎。光葆於中，而闡發於外，嗜好隨機而發：不發於彼而發於此，亦先天之蘊用有不可測者也。詎非性之所分，而情之所鍾乎？吾故謂有所不能已者也。其所謂不能已者，非獨此好然也。大凡嗜好皆有所不能已者。若以此好諧彼好，以彼好諧此好，皆過矣。蓋此好即彼好也，彼好即此好也。同一好也，又何歧異於其間哉。第彼好之所不能已者，吾未始知之，而此好之所不能已者，吾知之矣。吾知其能曠、能逸、能遠、能大、能悠、能久、能安、能樂，吾少時慕之，壯時好之，老則溺之。少時如立洪崖而觀滄溟，壯時如臥蘧廬而夢華胥，皆在可已不可已之間，悉爲已陳之芻狗。今老矣，方如登堂而覩鐘鼓，欲罷不能矣。吾之作畫也、窗也、几也、香也、茗也、筆也、墨也、手也、指也，種種於前，皆物象也。迨至凝神構思，則心存六合之表，即忘象焉，衆物不復見矣。迨至舒腕揮毫，神遊太始之初，即忘形焉，手指不復見矣。形既忘矣，則山川與我交相忘矣。山即我也，我即山也。愉乎恍乎，則入窅杳之門矣。無物無我，不障不礙，熙熙點點，而宇泰定焉，天光發焉，喜悅生焉，乃極樂處也。舍此極樂，吾將安往。故吾所謂不能已者也。知吾之所不能已者其門人時乘乎。

(二)科學與美術之聯絡

(1)美學有益於美術　美學就是研究美術的科學，換一句話說：就是用科學的方法，去研究美術之普通原理、審美的根據、和美術創造者的動機。總之，牠要把美感從本能感覺的範圍之中，升到理解的水平線之上。但是有人對於這種辦法，根本發生

疑問。他們說：美感是一種極深邃的、極高尙的、極玄妙的情感，我們不能用方法去分析牠。其實這種疑問，實在是把美感過於神祕化了。思想和情感，同是一個人生的動作，不會有互外的性質。心理學裏邊，研究情感的地方很多，美感既是情感的一部分，爲什麼獨獨反抗科學之研究呢？固然，從來不曾有人把美感詳細分析出來，然而過去的失敗，不一定阻止將來的成功。我們研究美學，是有可以得着良好結果的希望的。

　我們既承認美感是可以研究的，我們再把美學有益於美術之發展之幾點來說一說：（甲）美學可以滿足美術家理論的要求。一個美術家抱持一定的標準，創造了若干美術作品，倘若沒有理論的根據和解釋，來保護他的作品之價值，他總覺得是一件很大的遺憾。美學就是供給這種理論的寶藏。（乙）美學可以幫助美術之愛者構成審美的判斷，增加賞鑑的愉快。當我們看見一件作品的時候，我們要判別牠的美醜，固然有一大部分是憑藉我們的主觀的情感，但是美術作品也必定要滿足一定的美的條件，（如和一、特顯、均衡之類），方能使我們能夠發生美感出來。美感固然是人心

之所同然，然而也要有適宜的培養，相當的指導，知道這些條件的意義（例如全部不相衝突之謂和一，易於引起一種印象之謂特顯，多一合宜主從適當之謂均衡），纔能構成審美的判斷。美學就是討論這些條件之普通原理，及其在各種藝術裏邊之具體的表現。若是我們看見一種作品，其價值與我們所抱持的標準相符，我們的愛慕的情緒，必定格外底深切，因之而心領神會，也格外底有手揮五絃目送飛鴻之概；豈不是賞鑑的愉快因此而增加嗎？（丙）美學可以引導美術家走入成功的途徑。美學說明美術之必須具有的條件如何，美術之應當避免的弊忌如何；這種原則，不獨爲專門家的科律，並且逐漸浸潤於羣衆意趣之中。一個時代有一個時代的美術意趣，一個民族有一個民族的美術意趣。美術家和別人一樣，也是要受一個時代一個地方的美術潮流所支配的，縱然他反抗這個潮流，他還是逃不掉這個潮流的影響。若是他對於美術之意義，有明瞭的了解，他可以免除許多錯誤，而比較容易底於成功。美術家必須了解美學，就同工程師必須了解物理學一般。一個工程師，若是不能了解物理學，就祇會按步

就班去支配機器的應用，而不能因時制宜，也不能謀改良的進步；一個美術家，若不了解美學，也祇能用呆板的方法，去臨摹揣仿原有的榜樣，而缺乏創造的能力。創造固然有待於天才，然而天才也必定經受有益的培植，纔不至於淹沒下去。美學之一部分的責任，就是講這種培植的方法的。

（2）科學增加美術的材料　美術家的重要職務，固然是宣發內部的美感，然而他也不能不觀察外部的事物。不過他的觀察，是領會之引端，不像科學家的觀察，是研究的基礎而已。他觀察了宇宙之若干部分，而引起一定的美感，又用他的美感爲出發點，在他所觀察的東西上面，加以美化的裝飾。例如雄健、流動、靜穆、闊大、等等字樣，都是美術家所常用以描寫事物之性質的形容詞。而且這些性質，在他的心目之間，竟直可以經受實在化而變爲不易捉摸的存體。於是這些形容詞，都變成抽象的名詞。這些存體的真實和虛妄，另外是一個問題；但是牠們實在是美術的材料。科學發展，不但不摧殘這些材料，並且增加這些材料，或者就原有這一類的材料，又從而發揮而光大之，

深泳而濃纖之。茲將科學所供給的這一類的材料，試舉數端，臚列於下：

雄健　從天文學裏，我們知道千千萬噸的地球，爲吸力所支配，在一定的軌道裏，周流不息底旋轉。從地質學裏，我們知道茫茫數千里的大洋，可以爲火山衝起而成大陸和高山。從放射化學裏，我們知道一個原子之摧毀，其所發洩的能力，可以移動很大的火車頭。從科學觀察得來的天然權力之雄偉，豈不值得我們的驚駭讚嘆嗎？

闊大　試以一粒豌豆代表太陽，照同樣的比例，應當以一粒小米代表地球，而安置於離豌豆一寸的地方，則最近的恆星，其大亦如豌豆，應當排列在六華里之外。恆星之外，更有恆星，宇宙之外，更有宇宙。我們人類不過是住在這一粒極細的小米上的生物。又試想：我們若乘極快的火車，從地球走到太陽裏去，須得二千餘年。我們知道這些事實，我們豈不更要發生宇宙闊大的感想？比之蘇子由所說的於山見嵩華之高，於水見黃河之大且深，豈不是更高更大且深嗎？

悠久　依星球失熱速率計算，我們的地球大約有一百兆年至四十兆年，太陽大約有五百兆年至一百兆年。依生物進化速率計算，地球之壽算已有數百兆年。自放射原質發見之後，從星球裏面放射原質所發生的熱，和星球外面所損失的熱，合併計算，於是地球太陽的壽算，又因之而增加不少。或者有人以爲把地球的壽算，用年數來計算，徒然僱毀『天長地久』的讚美。但是：倘若我們用人生數十寒暑兩相比較，豈不適足見天地之久遠。而況太陽之外，還有其他恆星，其他恆星之外，還有其他他恆星；他們的壽算，並不能計算得盡的。所以以上所說的計算，反足以使宇宙悠久之性質，格外加深，那一種八千爲春八千爲秋的比喻，竟直是皮毛之論了。

衆多　從物理化學裏，我們聽說：在標準壓力溫度下的氣體，每立方公寸中有四千兆兆個原子。從生物學裏，我們聽說：生物之種，約有一兆至二兆之多，每種中又有億兆京垓的分個。我們對於宇宙間品物繁庶的印像，豈不要格外加濃嗎？

流動　從物理學裏，我們看見各種能力之改換。從化學裏，我們看見各種物質

之變化。從進化論裏，我們看見各種生物滋生繁殖，推陳出新，形態蛻幻，種族遞嬗。於是我們更覺得宇宙全體，如川流之不息，如日月之互移，又何曾妨害美術家的玩賞呢？

秩序　天文學告訴我們：太陽系的八大行星，各隨其軌道而轉移，一絲一毫都不紊亂，似乎比麵磨上的驢子，和水車上的水牛，還要守規矩。結晶學告訴我們：各種原質或化合物當結晶的時候，其原子或分子排列之方法，都是一定不移的，比我們兵式體操的陣勢還要整齊得多。放射化學告訴我們：原子裏的電子電核，各有各的力量，而共同成一個系統。細胞學告訴我們：細胞裏的胞核與胞液，各有各的機能，而共同負一種職務。由此看來，大而至於星球，小而至於原子細胞，都表現美滿的秩序。秩序是美術中重要的棟梁，也是科學中最明顯的旗幟，還能說科學有礙於美術嗎？

連軸關係　無貓則無橄欖，而科學說出：無貓則有鼠，有鼠則無蜜，無蜜則無蜂，無蜂則無雌蕊雄蕊之媒介，無媒介則無橄欖之收穫。月暈而風，礎潤而雨，而科學說

出：月暈爲水蒸汽彌滿天空之徵象，各部分溫度不同的空氣不能互相調和，於是乎激而生風，（這或者是月暈而風的解釋）礎潤爲空氣中水蒸汽超過露點之徵象，所以要下雨。天地之大，現象紛紜，科學能够在似乎兩不相干的現象之間，找出彼此的關係出來，於是我們對於『事有必至理有固然』的事與理，更覺得有深切的意味。除非我們相信『牛頓用折光的原理毀壞了虹之燦爛的美觀』那一種偏見，科學之發見天然現象之連軸關係，總是加進美術家賞玩的興趣的。而且牠又增加美術家賞玩的材料，因爲有許多東西，從常識的眼睛看起來，是漠不相關，而從科學的眼睛看起來，卻是有脈息相通的聯絡；天下豈有漠不相關而可以發生趣味的東西嗎？

總之，美術家所得自天然的美感，科學總只有幫助牠的地方，決無摧殘牠的道理。固然，美術似乎偏向於不可知的驚奇，而科學卻是全重於可知的理解；然而可知是科學之當然的目的，不可知未必卽是美術之不可缺乏的原素。況且科學也並不完全掃滅人類的驚奇，我們可以說牠的工作，實在是把初級的驚奇，改進而爲高級的驚奇。高

烈里基(Coleridge)說：人類有兩層的驚奇，第一驚奇是無知(ignorance)之女，第二驚奇是讚美(adoration)之母。第一層是說當未曾研究之前見而不知的驚奇，第二層是說在既經研究之後知其『如何』而不知其『何以』的驚奇。我們又可以說：第一層的驚奇是對於未知(unknown)的驚奇，第二層的驚奇是對於不可知(unknowable)的驚奇；他的兩句話倒是對的，不過他的讚美是宗教之皈依，我們可以把牠改爲美術之游泳而已。

（3）科學可以改善美術之工具　科學對於美術這一層的用處，固然是很淺顯的，然而卻也是很重要的。孔子說：工欲善其事，必先利其器。美術作品之中，除文字詩歌，僅須有簡單的筆墨就可以動手外，其餘各種，都不是徒手所能成功的。油畫有待於顏料，音樂有待於樂器，建築有待於木石。工具愈精，自然作品愈佳，科學因物致用，所以有益於美術。倘若有人一定要以爲物質文明愈進步，則美術作品之價值愈低，那麼，最好的美術作品，祇能產生於穴居野處之時，恐怕考古學中也沒有這樣的證據罷！而且

還有一層美術爲人類產品之一種，其所包涵的意趣，自然也要隨時代爲轉移。祇有古董物品，和古典文學，是『惟其古也，所以雅也；』其他美術，都含具有時間的分子。審美的判斷，固然不是沒有經過美學薰陶的街上人所能發展到健全的地步，然而也決不是要從墳墓裏掘起白骨頭，來擔負這個責任。所以我們一方面要提高羣衆審美的程度，同時也要把審美的標準，安置在多少和當代生活水平線平行的地方，不要使創造者專走乖僻自苦的途徑，而賞鑑者也不至於老把美術作品看做月亮裏的王宮。科學是隨時代改進人類生活的，倘若美術也能夠隨時代而演進，則科學之有益於美術，更不止於改良美術之工具這一層了。

我們把以上所講的合攏一處看來，科學和美術，固然有許多不同的特性，然而牠倆互相聯絡的地方，卻也不少。如果兩方面的工人，有各自的進行，同時又有雙方的了解，決不會發生根本衝突起來。原來，牠倆本是同一人生的活動，既是同根生，又何至於相煎太急呢？

天地不仁，不爲一個人生一個世界；如果一個人有一個世界，則此人可以任意行動，而無礙於他人之生存，豈不是好！天地至仁，不爲一個人生一個世界；如果一個世界上祇有一個人，則此人之身體與精神上的營養，一切都無所取給，又何從而生存，豈不是不好！現在，一個世界上生了許多人，而這許多人又都想生存在一個世界。除了少數抱犧牲主義的聖賢，決沒有要摧殘自己的生存，以救濟他人的生存的人，所以我們可以說：人類當然都有利己的天性。但是除了少數特殊強暴的例外，也決沒有要毀滅他人的生存以利便自己的生存的人，所以我們又可以說：人類似乎也都有利他的動機（說見後）。因爲利己和利他界說不明，取途不定，所以人類社會之中，發生了許多糾紛和衝突。自古以來，也不知道有多少聖人、賢人、哲學家、宗教家、政治家、都想用一種方法來解除這個困難：或者是立言以教人，或者是修己以率世，或者是潔身自好而與世

無爭，或者是摩頂放踵以求有利於天下，都是爲着這一個問題所驅使。據此看來，這個問題不能解決，人類的糾紛和衝突永遠不得停止。倫理學家的基本職務，就是要解決這個問題。我們且看看有幾種可以解決這個問題的方法。

（一）區別　因爲利己和利他的目的不同，方法不同，結果自然也不同，我們不如索性把牠倆分爲兩事。同時我們又要大家都減少利己的行爲，而增加利他的行爲，於是另行明白底或隱約底設立一個人類行爲的教條，說：人類的行爲都應該往利他的方向去做。但是利己利他的判別，究竟從什麽地方取決呢？綜覈起來，約有兩種說法：

（1）有用直覺爲標準的，說：人類有判斷善惡的直覺，這個直覺就是良知，良知是人類所獨有的。例如孟子所說孩提之童，無不知愛其親，及其長也，無不知敬其兄之類。有良知自然可以判別善惡，利他是善的，利己是惡的，我們的行爲當然要舍惡而從善。反對進化論的宗教家，大致都主張如此。他們以爲人與獸類不

同，人有自己覺性（self-conciousness）之存在。所謂自己覺性者，就是覺得有一個自己存在於我的心裏。從自己覺性之中，可以表現永遠覺性（eternal concious-ness）之存在。所謂永遠覺性者，卽是上帝，卽是自然流行的天理。完美的自己覺性，就是上帝之縮影。自己覺性，能够化需要爲動機。動機是由自己覺性所規定的，所以是自由的。

（2）有用理性爲標準的，說理性告訴我們，那一種行爲是當做的，那一種行爲是不當做的。因其當做而做之，乃謂之善。善的動機，不但是善的行爲之必需的條件，並且就是善的行爲之唯一的價値。倘若善的行爲，不是由於善的動機，那不過是騙人，或者是安慰自己。騙人固然是欺世盜名，安慰自己，也是自私自利，都沒有善的價値。要爲（去聲）善而爲善，不是因爲樂於爲善而爲善，乃是眞善。善的本身就是目的，並不是以善爲手段，而另有其他的目的。用『善爲目的而非手段』爲形式的抽象的原則，則在任何實質的具體的行爲裏邊，都可以規訂那件

是當做的，那件是不當做的。不但如此，惟其以理性爲標準，我們方能知道我們是自由的。我們旣是認定『爲（去聲）善而爲善，』所以我們的動作，不是因爲受了功利的刺激，但是眞正是和理性的自己相符合的。這種理性，又可以叫做道德的自覺心 (moral conciousness)。康德以及其唯心派的流裔，是主張如此的。

（二）調和　利己是人類的顯明的天性，用不着要什麼學說來鼓礪牠。但是利他的動機，卻不是同樣簡單的。我們要人類多做利他的行爲，我們須得研究人類利他的動機後邊，是否隱藏着有利己的背影。如果是有的，我們不如把牠倆的關係明白底表彰出來，叫大家都明白這個道理，然後因利己而利他，就可以事半而功倍。不然，僅僅用嚴厲的教條，叫人家去爲善，用苛刻的戒律，叫人家去不爲不善，是沒有多大的用處的。我們且看看這一類的說法如何。

（1）個人與社會的關係，和個人與個人的契約一般，契約是必須彼此共同遵守的。個人對於社會的義務，也同遵守契約一般，是爲雙方的利益而遵守的。

所以公同的利益，和私人的利益，必須聯合起來。社會或政府的公平，和個人的忠實，是互相對待的。這都是人爲的道德，在文明人類之中，方纔發生。所以道德的行爲，是有利於己的。卽如利他的行爲，也是爲着滿足自己同情的情感。總之人原來都是利己的，所以道德判斷，祇是一個社會對於共同利益判斷而已。這是休謨以及邊沁功利派的說法。

（2）凡利他的行爲，原來都是爲着有愉樂的報酬。利他的行爲是手段，利己的愉樂是目的。但是積時既久，手段的本身，可以變成目的。譬如一個人拼命的賺錢，本是爲着要圖生活之安適。賺錢是手段，安適是目的。一旦成了守財虜，他就竟直以賺錢爲目的了。由此推之，凡一切懸想的愉樂與痛苦，好勝心、自利心、同情心，以及一切道德的情感，都是從簡單的愉樂與痛苦的刺激集攏起來的組合體。這樣看來，凡利他的動機，都是由於心理的聯想而發生。當初是有利他行爲A，於是有利己的愉樂B，以後因爲想有利己的愉樂B，於是發生利他的動機A。不過

積時既久（如果後天性質可以遺傳，則此一『時』字可以包含一個人的祖先歷史而言），A和B之聯想，不是這樣簡單而已。這是密耳以及感情派的說法。

（3）人類與獸類雖是同出於一原，然而人類是已經經過進化的階級的。人類之所以超出獸類，就是因為在人類裏邊，人性特別發展，而其原有的獸性，逐漸退縮。人性中之高級的部分，就是羣性。而其最高級的發展，就是對於全部人類的博愛——為人道而犧牲。所以為人而生存，非為己而生存，乃是人類最高的德性。倘若我們能够表現人類最高的德性，天下還有比這件事更為愉樂的嗎？所以道德和愉樂，是分不開的。由此看來，利己和利他，不是根本的衝突，乃是次第的發展。這是孔德的說法。

（4）行為乃是適應環境以達目的的動作。道德的行為，也是如此。但是行為也是進化的。因為行為之進化，人類之生命之範圍擴大了，生命之意義深遠了。初民之行為，其目的僅在個體生命之保留。比較進化的人類的行為，其目的則為

保留家族或種類的共同生命。第三級之保存，可以包含第二級第一級的保存。這樣的共同生命之保存，自然給予我們一種充分的愉樂。有這樣的愉樂，然後纔能使生命具有値得生活的價値。所以利他之中，就包含着有利己的分子。這是斯賓塞爾以及進化派的說法。

科學之見解

以上所列的各種說法，固然也有從科學發生出來的，例如進化派之理論。這裏所說科學之見解，乃是專指此篇所敘述者而言。此篇所敘述的科學之見解，若就其性質而言，到是和調和的理論比較相近。科學之功效，既不只輪船火車之應用的技能，也不只熱漲冷縮之物理的理論。牠對於這樣底大問題——利己利他的問題，倫理學中的基本問題，——必得也有一種特殊的貢獻。我想：科學對於倫理學之貢獻，有兩大端：一是物我觀，二是因果律。

（一）物我觀

自古以來，各哲學家有各哲學家的宇宙觀。唯心派說，宇宙之本體是心，唯物派說，宇宙之本體是物。科學以現象爲宇宙之本體，這就是科學中的宇宙觀。從這個宇宙觀，可以看出物與我之關係。我們試看這種宇宙觀究竟如何。

設若有一根針，刺到我們的手上，我們必定覺得『我』痛得很，我們又覺得這個痛，是從外邊的一個物——一根針——發生出來的。這樣的見解，是從我們的老祖宗野蠻人類沿襲下來的。野蠻人類以爲他的一張皮，就是物和我之間之不可磨滅的界線。凡在皮以外的都是物，凡在皮以內的都是我。這個謬誤的見解，到了現在時候，仍然爲我們不知不覺底保存於頭腦之中，或者我們實在是保存着這個見解，我們卻不承認我們的見解——物和我之區別——是如此底粗淺的。然而倘若有人問，我們的見解究竟如何，我們又答不出來。其實物和我是不能分開的，換一句話說，『我』並沒有獨立的存在。我們討論這一點，且分物質的我和精神的我二層來講。

（1）物質的我　這個物質的我，就是身體髮膚等等組織。野蠻人以爲這明

明白白底是一個我，除非死了，是永久存在的。這個見解，當然是很容易駁消的。一個人現在是小孩子，將來可以變成大人，一個人今年沒有鬍子，明年可以有鬍子。設若有一個人，當二十歲的時候，有一定的容貌狀態，我們把他的這個容貌狀態，叫做他的二十歲的『我。』而且這個二十歲的『我，』可以離開他自己而生存，而其容貌狀態又永遠不變，和一張相片一般。但是他自己卻繼長增高底往前生活着。到了四十歲的時候，他又有一定的容貌狀態，我們把他的這個容貌狀態，叫做他的四十歲的『我。』假若他的二十歲的『我』和他的四十歲的『我』有一天在街上對面相遇，他倆必定不能認識自己，即令旁人，也必定不能認識他倆本是一個人。一個『我』在不同時候，竟直不能被人認識是同一的，還能說是永久存在嗎？還能說是永久不變嗎？

從生理學講來，生命祇是消長的變遷，(metabolic change)。我們一方面吸收食料進去，構造成爲神經、筋肉、皮膚、骨骼、脆骨、血液、淩巴液、等細胞，而存置於身體之

中，這是長的變遷 (katabolic change)。一方面又藉養氣的養化力，撞散這些細胞物質而成爲水、二養化炭、以及含淡的有機酸各種東西，而排洩於身體之外；這是消的變遷 (anabolic change)。野蠻人所看做的物和我之界線——他的一張皮，——若用分子的眼光看起來實在是內外交通，一點兒障礙也沒有。卽皮膚的本身，也隨同一道變遷。這些細胞，分起來看，和單細胞的下等生物一般，個個都有獨立的生命。合起來看，各盡所能，成了一個有機系統，就是我們所看做的『我』的生命。其實『我』的生命，就是許多細胞的生命集合起來，並非另外有一個東西。所以斯賓塞爾說：生命是各部分之互組 (corroboration of parts)。我們再看這些細胞，生的生，死的死，竟直是變遷不息的；我們實在說不出在那一羣特別細胞既生之後，未死之前，有一個我的生命，而在其餘的時期以內，沒有我的生命。試拿一座北平城來做比喻，無論城裏的男女老少，生死不息，而這座城（指此城之組織不是城牆房屋）仍然能繼續存在，但是不能獨立存在。若是北平城裏的人都死完了，那北平城也就化爲烏有了。

再就針刺指頭之例來說：我們總以爲痛是從外邊的針發生出來的。若是我們害了盲腸炎，我們又以爲痛是從裏邊的盲腸發生出來的。其實我們一張皮，既不能爲物和我之界線，則無裏外之可言。針和盲腸都不過是『物』罷了。但是有人說：針和盲腸固然都是物，然而針或盲腸發生的痛，是一個精神界的活動，總是屬於我的。針是大家都能看見的，盲腸若解剖之後，也是大家都能看見的，因爲牠們是屬於外界的物的。至於痛，祇有我一個人知道，因爲痛是屬於內界的我的。說到這裏，我們試想想什麼是我們所叫做的針，不過是尖銳的形式、白的顏色、金的光澤、等等性質。這些形式、顏色、光澤、等，都不過是視覺器官所供給的感觸(sensations)。（卽如盲腸，也不過是如蟲的形式肉紅的顏色等等感觸。）若是把針刺到指頭上，又有一束神經供給我們一種感觸——不受歡迎的感觸，——我們把這感觸叫做痛。由此看來，視覺器官的神經所供給的感觸，——形式顏色光澤——和指頭上一束神經所供給的感觸，——痛——感觸雖不同，其爲感觸則一。試問除實用的方便而外，我們還有

什麼理由把前項的感觸，推到假定的針的實體上去，而說牠是物，把後項感觸，推到假定的心之實體上去，而說牠是我呢？這樣看來，物和我是沒有根本差別的。所以羅素說：心也不是實在的，物也不是實在的，祇有感觸是實在的。這纔真是物我一體哩。

（2）精神的我　這個精神的我，簡約起來，就是指我們各人不同的性質——和平、激烈、怠惰、發奮、潔淨、骯髒、狡滑、愚呆、等等——而言。我們討論這個題目，最好是分做兩層：（甲）先天的我，（乙）後天的我。

（甲）先天的我　先天的我，是由祖宗遺傳下來的。生物之各種性質，不是直接底遺傳下去，但是這些性質之發展之可能，卻是直接底遺傳下去。這些可能都是依附於上代生物之生殖細胞裏邊的。上代生物性質發展之可能，有多少遺傳下去呢？依加耳敦祖先定律說起來，最近的一代最多，次近的一代次之。由此往上類推，代數愈遠，其遺傳者愈微（參觀生物進化篇遺傳章）。總之，這些先天性質，都是由祖宗遺傳下來，而且是由無限多的祖宗（依加耳敦的定律，代數愈遠，

祖宗愈多）遺傳下來的。試問這樣多的祖宗，還是屬於外界的物呢？還是屬於內界的我呢？我想我們不能不承認是屬於外界的物罷。

（乙）後天的我　先就概念而言，我們對於同一的東西，各人可以構造不同的概念。例如有一支毛筆在此，一個國民學校的學生看見了牠，就構造起來下列的概念：一根長圓堅硬的管，管杪有一撮柔軟的麻和羊毫。一切生物學家看見了牠，就構造起來下列的概念：長圓堅硬的蘆管，中間有如星的水管束，柔軟的麻和羊毫，每根中間都有洞通的微管。一個化學家看見了牠，就構造起來下列的概念：長圓堅硬的蘆管，和柔軟的麻和羊毫之中，都是纖維質布滿了。一個物理學家看見了牠，就構造起來下列的概念：長圓堅硬的蘆管，和柔軟的麻和羊毫之中，都有無限的電子在那裏旋轉不息。若是文學家，又要想到對客揮毫。若是繪畫家，又要想到濡毫染素。這是因爲各人過去的經驗不同，所以各人的興趣不同，所以對於同一的東西，可以構造起來不同的概念。然而各人對於毛筆的概念之中又有

一部分是大概相同的，你覺得筆管是長圓的，我也覺得筆管是長圓的，我覺得筆端是柔軟的，你也覺得筆端是柔軟的；這又是什麼緣故呢？這是因爲我們的器官——經驗所穿過的窗戶——有同樣的組織。我們眼睛，大概都能在離眼睛十英寸的地方，看見二百五十分之一英寸的物件，我們耳朵，大概都能聽見每秒十八擺以上的音響。所以我們所見聞的宇宙，大致是相同的，就同『大概相同的模型，必定鑄出大概相同的機器』一般。若是拿下等動物來比較，例如具有複眼（卽千百眼珠合在一處）的青蠅，牠所看見的這支毛筆的顏色、形式，必定和我們具有單眼的人類所看見的，大不相同。

馬赫有一個寓言，雖是很鄙俗的，但是很精闢的。他說：有一個人公孫三代同遊維也納京城。他自己是一個五六十歲的老工程師，他的兒子是一個二三十歲的少年，還帶着一個三四歲的小孫子。遊過之後，各人敍述各人對於維也納的印像。這一位老工程師說，他祇看見同蜘蛛網一樣的電車道。他的兒子說：他只看見

滿城裏充滿了漂亮的女人。他的小孫子說：他只看見街道兩旁玻璃窗子裏所陳設的機關靈活的不倒翁。這段寓言所要表現的道理是：各人的興趣，對於概念之構造，有選擇分子的主權。固然客觀的概念，要以共同的觀察爲憑；然而概念總不免於具有强訂的色彩，經驗和興趣，却是有重大的力量的。

再就記憶而言：記憶和感觸，並沒有性質的區別。我們還用毛筆做舉例來解釋這個命辭。照前面針刺指頭的舉例裏邊的道理推來，毛筆並不是一件外界的東西，牠不過是一羣感觸之匯合。我們現在所要討論的是：這一羣感觸，還是完全都從最近的感觸得來的呢？還是有一些是從過去的經驗得來的呢？當我們看見這支毛筆的時候，我們的最近的刺激，不過是筆管之長圓的形式和白的顏色，和筆端之尖銳的形式和黑的顏色。至於筆管之堅硬性和筆端之柔軟性，我們並未曾用手摸牠們，我們何以知道呢？然而我們却是知道：倘若我們用手去摸牠們，我們的觸官必定報告我們，筆管是堅硬的，筆端是柔軟的。這是因爲我們曾經有過

『筆管是堅硬的，筆端是柔軟的』的經驗，儲留在記憶界裏。當我們的視覺器官感觸了毛筆的形式和顏色的時候，我們把記憶界裏所儲留的筆管的堅硬性和筆端的柔軟性，湊合在一道，而構造成爲毛筆之概念。若是各人過去的經驗不同，——例如生物學家有生物學家的經驗，化學家有化學家的經驗，——則其所構造的概念，自然可以不同。這些經驗，都是從過去的感觸得來。足見我們構造概念之時，都要受過去感觸之支配，並不是有一個獨立的我，可以毫無憑藉突如其來底在那裏構造啊。

而且記憶就是過去的感觸，感觸就是現在的經驗。我們把現在所感觸的叫做感觸，把過去所感觸的叫做記憶或經驗，不過是取其實用的方便。其實，記憶和感觸之間，並沒有一個劃分的界限。設若有電光閃過我們的面前，我們的網膜上邊，自然有一種光的感觸。倘若這個電光是很强的，則電光過去之後，我們仍然覺得電光之存在，經過若干時候，此項感觸方纔漸漸稀薄，而消滅於最近的記憶之

中。較遠的記憶也是從較近的記憶漸漸接續上去的。這樣看來，現在的感觸，和最近的記憶，以及最遠的記憶，都是接續不斷的。因爲現在的感觸是實在的，所以過去的感觸——記憶——也是實在的。

再就迷惑、誤憶、妄想而言：當迷惑的時候，我們看見實在沒有的東西，例如見鬼。當誤憶的時候，我們把未曾發見的事實，當作曾經發見的事實，例如我昨日並未出前門，而以爲曾經出前門。當妄想的時候，我們把不可能的事實，當作可能的事實，例如我們在人間，而想到金堂玉戶的極樂世界。這些迷惑、誤憶、妄想，也是現在或過去的感觸；牠們都是實在的。我們所以『不承認牠是實在的』的緣故，是因爲這些感觸，和其他的感觸，不能互相符合罷了。例如我們見鬼（視官的感觸），到了把手去捉他（觸官的感觸）的時候，他就沒有了。我們誤憶了昨日曾經出前門，但是我又記得昨日曾經下雨，又記得我昨天衣服並未曾濕，於是我覺得這些事實不相符合。我想到金堂玉戶，但是擡頭一看，卻是紙糊的窗子，和石灰塗的

牆。倘若我們把這些迷惑，誤憶，妄想，逐一分析成爲零碎片段的感觸，鬼之容貌、舉止，及前門、下雨、濕衣，和極樂世界之金堂玉戶、每一個感觸，都是實在的。即如夢之不能成爲實在，也是因爲牠和其他的感觸不相符合的緣故。至於構成夢的分子，也都是由過去的感觸而得來，件件都是實在的。

再就意見而言：當我們解決一個同一的問題的時候，我有我的意見，你有你的意見，我的意見是由我的歷史環境構造起來的，你的意見，是由你的歷史環境構造起來的。我們無論用什麽方法——演繹、歸納、推較——去思想，都是把過去經驗的分子選擇集合起來。無經驗而思想，是不可能的，不但是不可能的，並且是不可思議的。但是有人說：當我們構造概念解決問題的時候，所用的材料，固然是過去的經驗，然而總有一個內部的東西——我、自己、心——在那裏把這些經驗分子集合起來。這也是應有的疑問，但是並不是不能解決的疑問。『我』是由於過去經驗分子集合起來這些分子，無論如何集合，總要成一個『我。』在此意義

之中，我們也可以說經驗是原質，『我』是一種形式之存在。不過這個形式的『我，』和其他形式的東西，卻是不同。其他形式的東西（例如類之觀念，關係之觀念，參觀聯續和無限篇），永久存在，不依構成此形式的原質之增減而變遷。此處所謂形式的『我，』乃是隨經驗分子之增加而變遷的。經驗變遷不息，『我』亦變遷不息，如果經驗大致相同，則其所構成的『我，』也是大致相同。經驗是器官的感觸，『我』就是這些感觸之集合，並不是另外有一個形而上的『我，』可以脫離經驗而存在。揭芳斯說：生命就是變遷，杜威說：生命並不是動作的東西，生命就是動作。就其本義而言，卻和以上所說的相同。如此說法，並沒有什麼奇怪。現在的科學把許多向來所承認爲客觀的存體，例如時間、空間，都簡約而爲器官的感觸。卽如物質、能力，也都是從我們所觀察的性質（卽感觸），用邏輯方法構造起來，並不是客觀的實在。在外而物是如此看待的，內而我又何嘗不可以如此看待呢？將這些形而上的存體一概取消，也是合乎奧康刀（見假定之節用）的規則的。

這樣看來，物質的我，既是和外界的物互相交換變遷不息的，精神的我，又是由於先天的生理組織，和後天的器官經驗所規訂的，那麼，物和我還能分離得開嗎？

(二)因果律

科學之構造，以因果律為脊椎。因果律之闡明，使我們知道有因必有果，有同因必有同果，有一定分量的因，必有一定分量的果。宇宙間的現象，固然紛紜複雜，然而卻是有條分縷析的因果關係，在裏邊聯貫起來。或一因而生數果，或一果原於數因。涓涓不塞，將成江河，海面上的浪紋，永遠存在於海水之中。天下決沒有無因之果，也決沒有無果之因。所謂『無因而至』『毫無效果』一類的話頭，都不過是我們常用的誇誕的言辭，在科學意義裏，是絕對的不通的。有一咖的熱，自然可以使一立方寸的水升高一度，但是也只能升高一度，不能夠多，也決不會少。青天霹炸雷，是我們所用做突如其來的比喻，然而空中必已有隔絕的電流；蜉蝣撼大樹，是我們所用做勞而無功的寓言，然而樹皮上畢竟有爬梳的痕迹。這真是種瓜得瓜，種豆得豆，如響應聲，如影隨形。我們不

種善因，決不能儌幸希望善果之獲得，我們種了善因也，不能因爲立時沒有善果或者表面沒有善果而灰心。勿以善小而不爲，勿以惡小而爲之。我們若是明白了因果律之深切的意義，及其活現的關聯，我們責任心，應該要增加到何等的地步！

但是有人恐怕因果律之勢力，經過普偏的承認，就要摧毀了我們意志之自由。他們以爲意志自由，是我們極可寶貴的一件家資，無論如何，是不可喪失的。若是人類意志，也受因果律之支配，則意志必受外界的因所逼迫，我們將有『願意我們所不願意的』的時候，那時何等的不幸呢！於是想種種方法，來加以强有力的保障。我想：這一種保障自由的工作，固然是可以欽佩的，然而並不是必需要的。我們討論因果律和意志自由的問題，可以分爲三層：（1）因果律是否有逼迫意志的意義？（2）意志是否自由？（3）如果意志不能自由，是否在人生方面，有如他們所指摘的壞結果？

（1）因果的關係，和左右前後一樣，僅僅是一種關係，雖是十分確定的，但是沒有偪迫的意思。因不能偪迫果，果也不能偪迫因，和左右前後不能互相偪迫是一

樣的。我們所以有『因似乎偪迫果』的誤解，不過是因爲在時間之中，因在先而果在後。其實時間的先後，和空間的左右前後，同是形式的關係，並沒有根本的區別。倘若我們住在夫拉摩里的世界裏邊（見時間與空間篇），時間的先後是顚倒的，先有明日後有今日，我們以死入世，以生出世，果在先而因在後，那麽，果又可以偪迫因了。因與果是相對的，用算學名詞來講，此是彼之函數而已。由此看來，『我們的意志，將受外界的因之偪迫』一句話，就根本不能成立了。

（2）意志之成立，不是直接底由於器官的刺激，其中尙須經過一定的過程，而在此過程之中，歷史的經驗佔據極重要的位置。當我們受了外界的刺激的時候，必有過去的經驗由聯想召集而來，於是纔發生欲望。例如一個小孩子看見一枚蘋果，於是聯想到蘋果的甜味。有現在的刺激（看見蘋果）和過去的經驗（蘋果的甜味），由聯想集合起來，然後發生想吃蘋果的欲望。但是過去的經驗甚多，一個刺激，可以發生不同的聯想。由不同的聯想，而可以發生不同的欲望。例如以上所說的小

孩子，他看見一枚蘋果，一方面聯想到蘋果的甜味，而發生吃蘋果的欲望，一方面又聯想到父母的教訓是應該遵守的（假使他的父母當這個時候告訴他不要吃這個蘋果），而發生不吃蘋果的欲望。於是這兩個欲望戰爭起來了。但是我們須得緊記：這個戰爭，並不是像兩國的戰爭，另外有一個第三者的『我』在那裏作壁上觀，取其勝者而舍其敗者。因爲『我』是過去的經驗構造起來的，所以這就是『我』和『我』的戰爭，不但『我』是戰爭者的本身，並且『我』就是戰場。究竟誰勝誰敗，還是靠過去的經驗而規定。再就上列舉例而言，這個小孩子若是嬌生慣養的，必定是吃蘋果的欲望戰勝了，若是受過適當的訓練的，必定是不吃蘋果的欲望戰勝了。

當欲望交戰之時，我們覺得『我』可以經過不同的途徑而得不同的滿足（在上列舉例之中，一個是領略蘋果的甜味，一個是獲取遵守父母教訓的美德）。但是祇有一個滿足，是可以實現的，於是我們祇把一個欲望選擇出來，有一個欲望選擇

定了，卽構成意志之基礎。這一層的選擇，有由機械的習慣而規定的，有由比較的研究而規定的。例如我們淸早起來，就上學校去讀書，已經成了習慣的動作。雖然有時偶然有請假出遊的欲望，——除非出遊的地方，有極有興趣的引誘，——必定立刻取消，仍然歸到經常的途徑。但是，倘若我們遇着新發生的問題，例如一種政治或社會運動，當這個時候，沒有一個具有固定性的『我』可以倚靠，於是我們須得把各種目的之實現，——學業之重要，國家之利益，毀謗之避免，名譽之獲取等等，——互相比較，然後『擇其善者而從之。』由於習慣的動作而規定的，固然歸功於過去的經驗；由於比較的硏究而規定的，也是識解之指導、敎育之訓練、風俗之濡染、各種經驗匯合之結果。又何曾有其他主人翁，在帷幕的後邊操縱一切呢？

意志旣成立了，其次的問題，就是實行。實行是一種動作，凡動作都是要消耗能力的。機器的動作要燒煤，這一種動作所需要的煤，在什麼地方呢？我們可以答復：有兩件東西，足以供給實行意志之燃料。（甲）是預期的愉樂：當選擇欲望之時，每個

欲望都呈現一個美滿的目標，其爲『我』所選擇的，必是具有最美滿性的目標。有此美滿的目標，做理想的引導同時又感覺在現在實際生活之中，缺乏這個美滿的目標，這是一種不滿足也就是一種痛苦。由痛苦而求愉樂，乃是天然的趨向，這就是實行的能力之源泉。（乙）是成熟的品性：一個人有一個人的品性，有的品性是善的，有的品性是惡的。此種品性之成立，是由於過去的同類的欲望之滿足。這話怎麼講呢？欲望滿足一次，就是牠所預期的愉樂實現一次。到了下次發生完全相同或者大致相同的欲望的時候，前次曾經實現過的愉樂，格外底在我們面前活潑潑底呈露出來，於是牠的引導進行的力量，亦復加大。此次如此，下次更甚。若是經歷的次數多了，則我們每次的行爲，都是傾向於此種愉樂所引導的方面，於是成立一個人的品性。反之，一種欲望，當我們選擇欲望之時，經過抑制而遭擯棄，則此種欲望，在下次發生的時候，其引導進行的力量，必定減小。積時既久，可以由衰弱而漸至於死亡。由此看來，品性就是屢次意志傾向一方面（或善或惡）的結果。一個人有了一定的

品性，無論有無阻礙，總只看見他所預期的目的，故其意志甚强。所以品性之表現，就是實行能力之供給。(見杜威心理學。)

卽就實行階級而言，若是我們要大家都行善而去惡，我們不能輕視客觀的環境，卽不能輕視過去的歷史。低級的簡單的痛苦和愉樂，例如飢寒則痛苦，飽煖則愉樂，本能可以告訴我們一個判別的方法。至於高級的複雜的情感，例如美感與同情，所謂道德的美醜 (moral beauty or deformity)，羣衆的哀樂 (social pain or pleasure)，——人溺己溺，人飢己飢，先天下之憂而憂，後天下之樂而樂，——是要經過文化的培養，方能發展到完美的地步的。一個小孩子和一個成年的人的愉樂與痛苦，不必相同，一個野蠻人和一個文明人的愉樂與痛苦，也不必相同。從個人方面着想，要避痛苦而求愉樂，因爲痛苦近於死，愉樂近於生；從世界方面着想，要去惡而行善，因爲惡就是狹隘的利己，善就是廣博的利他。如何使這兩種標準諧和而不衝突，除了從教育上貫輸一種起出小己的識解，和風俗上增加一種深切感人的鼓勵，

還有什麽其他的方法?所以外界的經驗,是極其重要的。至於品性之成立,由於過去的同類欲望之滿足,如何使大家所有的善的欲望都可以滿足,所有惡的欲望都歸於失敗,那更是要靠着社會制度之力量了。

（3）在以上所說的意義之中,我們的意志,是不自由的。但是這個不自由,和尋常我們所說的不自由,大不相同。尋常所說的不自由,是由於物和我的方向不同而發生,我所走的方向是要向東,而物所走的方向偏要向西,所以我們覺得不自由的痛苦。這裏所說的不自由,是由於物和我的方向相同而發生,物所謂爲善的,我亦以爲善,物所謂爲惡的,我亦以爲惡,並沒有尋常所說的不自由之痛苦。但是主張意志自由的人又要駭怕起來了。他們說:照這樣的道理說下去,我們將要流於庸俗而不自知。庸俗所分判的善惡,不必一定合乎真正善惡的標準。倘若世界上都以善爲惡,以惡爲善,而我的意志卻隨此爲轉移,豈不是『載胥及溺』而永無『同登彼岸』的希望嗎?

我想：這也是逾量的憂慮。人類本來有兩種天性，一是維持生命的天性，二是生命向上的天性。所謂生命向上者在倫理方面，就是離惡而向善。假使有人一定要問人類何以有生命向上的天性，那就同要問『人類何以有維持生命的天性』一般，我們不能有圓滿的答復。我們所能夠答復的是：倘若人類沒有這兩種天性，那麼世界上早已沒有人類了。一個人如果有戕害自己生命的天性，他如何能夠生存？世界上的人，如果都有戕害他人生命的天性，甚至於父殺其子，弟弑其兄，那麼，世界上還能留着一根人毛嗎？足見人類一方面要維持自己，一方面也要維持他人，不過所謂他人的範圍，要隨進化的程度而擴張罷了。第一種天性，固然是人類獸類所同有的；第二種天性，在獸類之中，也有幼稚的萌芽。例如鳥雀之剔翎梳羽，是審美的觀念之濫觴，動物之羣居同生，是愛羣的德性之嚆矢。到了人類，這種天性自然要發展到更高的程度。反對進化論的人，以爲進化論家把獸性加入於人性之中，於是人的品格降低了。其實進化論家是把人性排列於獸性之上，正是人的品格升高了。

固然，這裏所謂離惡向善的善與惡，祇能就抽象的形式而言，不能就具體的內容而言。善惡之形式，祇是善是善，惡是惡。善惡之內容，纔說到何者爲善，何者爲惡。善惡的形式，是絕對的，是無比較的。善惡的內容，是相對的，是有比較的。我們雖是有離惡向善的天性，我們卻還有時有離善向惡的行爲。但是這一類的衝突，並不能證明人類沒有離惡向善的天性，因爲：我們所說的兩種天性，——不但第二種離惡向善的天性，并且第一種避死趨生的天性，——都是就形式而言，不是就內容而言。若就內容而言，則動物亦偶有避生趨死的行爲，例如飛蛾之撲燈，遊魚之吞餌，我們又何能說牠們沒有避死趨生的天性呢？生死之形式也是絕對的，生是生，死是死；生死之內容，也是相對的，也是有比較的。這句話初聽着似乎很奇怪，但是我們試想想，我們實在有最好的生，有次好的生，有不好的生，甚至於有不如死的生，有最苦的死，有次苦的死，有不苦的死，甚至於有賢於生的死，以及生有何益，死有何害，如何可以避死，如何可以趨生，這都是內容的問題，不是形式的問題。

人類所共有的這兩種天性，都不過是形式方面的天然趨勢，至於見諸行爲，——避死趨生離惡向善的行爲，——都要經過具體化而成爲現象界的事實。凡現象界的事實，都是和各種情境有關係的。因爲在天然狀況之中，規訂生死的情境，往往是比較簡單的，得之則生，不得則死，所以第一種天性之表現，在多數的地方，祇要本能的直覺，就可以指導到不錯誤的途徑。至於在人類社會之中，規訂善惡的情境，往往是比較複雜的，此亦一是非，彼亦一是非，此亦一善惡，彼亦一善惡，所以第二種天性之表現，在多數的地方，必須憑藉使用智慧的知識，纔能辨別善惡之意義，審定去從的方法。知識是從外界的經驗得來的。外界既然供給我以辨別審定的知識，則我自然應該擔負去惡從善的責任。科學是尊崇真實的，在知識的方面，既不能强不知以爲知；在道德的方面，又豈能知之而佯爲不知嗎？如果如此，那就是作僞的行爲了。不知者不坐罪，知法犯法，罪加一等，這兩句法律的舊話，倒可以借做論理的判斷。自古以來，也是先知先覺的人，他的知識可以叫他知道一班人之所不知道的，於是仍

以他自己所知道的爲標準，而指導其行爲，所謂以先知覺後知，以先覺覺後覺，我們方傾慕之不暇，又何嘗要阻礙他們呢！

如果意志之不自由，不過像以上所說的：以判別善惡內容之大權，歸之於外界的知識，那麽牠對於人生，我想祇有減少自用自專的壞處，增加能知能行的好處，又何曾有他們所憂慮的危險呢？

總之，由外界的刺激，而發生欲望，由欲望的聯想，而呈現引導的目的，由各種目的之比較與選擇，而構成意志，由意志之規定，而又以過去的經驗爲動力，而見諸實行，固然是層層都有因果的關係；然而決沒有像尋常所說的不自由那一種痛苦。因果律的了解，祇能使我們增加責任心。牠並不是叫我們把責任推到外界上去，而『我』卻悠然無事，因爲物和我是分不開的。如果這樣底不負責任，那就不是科學的見解了。

（三）總論

從物我觀看來，物是我的環境，我是物的分子，環境的物好了，分子的我也就好了；

但是環境如何能夠好呢?又要各個分子的我盡力去做。從因果律看來,物的情境,是我的行爲之因,我的行爲,又是物的情境之因;而且我們必定從各種專門科學之中,知道了天然界(包含人類社會而言)各種現象之具體的因果的關係,於是我們纔能有方法進行,以達到人羣進化之目的。人所以爲萬物之靈,不但是改變一己之組織,以適應天然的環境,他能夠改造天然的環境,以符合人類的希求。知道物和我是分不開的,於是一方面固然要盡其在我,一方面還要於物有濟,所以我們不僅是注重主觀的身心,還要特別注重客觀的事業。知道因與果有一定的關係,於是我們一方面憐憫他人的個人罪惡之所由來,而亟思在社會上加以有效的拯救,一方面明白自己的個人行爲在社會上所發生的影響,而發生『天下興亡匹夫有責』的責任心;前一層就是恕以待人,後一層就是勇於自任。

物與我既不能分,則利己與利他,自然也不能有相反的區別。上面曾經說過,人類都有維持生命的天性,但是也有生命向上的天性。維持生命是利己,生命向上,在倫理

方面的表現，就是利他。利己的愉樂，本能和極淺的智慧就能告訴我們。利他的愉樂，是要高級的智慧纔能呈露出來。這樣高級的智慧，不是先天的方面所謂道德的自覺心所能供給的，牠要憑藉後天的經驗；換言之，牠是文化的產兒。所以政治教育，以及一切社會制度，都要把人類往『以利他爲愉樂』的一條路上引去，纔能收穫使人勇於爲善的成功。爲（去聲）善而爲善，固然價值很高，然而牠給我們一種高不可攀的印像，大有高山仰止，景行行止，心嚮往而不能至的樣子。爲愉樂而爲善，固然似乎有買賣的習氣，然而卻是使大家都覺得易於從事，熙熙皥皥，純成自然，大有不識不知順帝之則之概，這是何等底太平景象！我們試想想：我們爲義務所催促，終不如爲興趣所引導；只要結果的共總，總是有利於天下，又何必要把天理人欲的分界碑（假定實際上是有這樣的分界），豎得像金字塔那樣高，而把我們的民胞物與的樂趣，一概看過不值一錢呢？

在形式方面，我們離惡向善的方向，如前段所言，已經爲天性所規定，於是我們所

要研究的，乃是善惡之內容。何者爲善，何者爲惡，如何使善發生愉樂，如何使惡發生痛苦，這都是實際生活裏邊所應逐日解決的問題。解決的方法怎樣呢？有知識以擴其見地，有情緒以礪其力行；科學哲學，是有益於前一層的，美育羣育，是有益於後一層的；而又培之以經濟的營養，輔之以政法的準繩，凡圓顱方趾之人，人人同此心，心同此理，使其從之也輕，故其行之也遠，則天下同歸於善，自然有沛然莫之能禦之勢了。

中華民國十九年九月初版
中華民國二十四年七月國難後第二版

(52745)

國立武漢大學叢書　科學概論一冊

每冊定價大洋貳元肆角
外埠酌加運費匯費

版權所有
翻印必究

著作者　王星拱

發行兼印刷者　商務印書館　上海河南路

發行所　商務印書館　上海及各埠

三八九一上

University of British Columbia Library
DUE DATE

ET-6 BP 74-453

THE UNIVERSITY OF
BRITISH COLUMBIA
LIBRARY

STORAGE ITEM
ASIAN

LPA - C61F
UBC LIBRARY